



La Décroissance au prisme de la modélisation prospective : Exploration macroéconomique d'une alternative paradigmatique

François Briens

► To cite this version:

François Briens. La Décroissance au prisme de la modélisation prospective : Exploration macroéconomique d'une alternative paradigmatique. Economies et finances. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, 2015. Français. NNT : 2015ENMP0052 . tel-01305956

HAL Id: tel-01305956

<https://pastel.archives-ouvertes.fr/tel-01305956>

Submitted on 22 Apr 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

École doctorale n° 84 : Sciences et technologies
de l'information et de la communication

Doctorat ParisTech

T H È S E

pour obtenir le grade de docteur délivré par

l'École nationale supérieure des mines de Paris

Spécialité “ Contrôle, Optimisation, Prospective ”

présentée et soutenue publiquement par

François BRIENS

le 14 décembre 2015

La Décroissance au prisme de la modélisation prospective

**—
Exploration macroéconomique d'une alternative paradigmatique**

Directrice de thèse : **Nadia MAÏZI**

Jury

M. Fabrice FLIPO, Maître de conférences HDR, Institut Mines-Telecom
M. Thierry BRÉCHET, Professeur, Université Catholique de Louvain
Mme Nadia MAÏZI, Professeur, Directrice de recherche MINES ParisTech
M. Michel ARMATTE, Maître de conférences Emérite, Université Paris IX-Dauphine
M. Mathieu ARNOUX, Professeur, EHESS, Paris VII
M. Jean-Michel CAYLA, Chef de projet, EDF R&D

Rapporteur
Rapporteur
Examineur
Examineur
Examineur
Examineur

Invité

M. Pierre MATARASSO, Ingénieur de recherche, CNRS

**MINES ParisTech
Centre de Mathématiques Appliquées**

1 rue Claude Daunesse CS 10 207, 06904 Sophia Antipolis Cedex, France

À Andrea, qui m'a aidé à être et à devenir, et qui m'aide à garder à l'esprit ce qui – je crois – importe vraiment, ce qui compte et ne se compte pas.

À celles et ceux qui, par leur engagement et leur ardeur, œuvrent dans ce monde fini à maintenir ouvert l'infini des possibles,

À celles et ceux qui suivront.

Donner, recevoir, rendre...

Il y a, dans la recherche, les ingrédients du pari et surtout de l'aventure, de la « *découverte passionnée de l'inconnu* », pour reprendre la belle formule de Milan Kundera. Il va sans dire que celle dont témoigne modestement ce manuscrit ne pouvait être que *collective* ; il va encore mieux en le disant, car la page de couverture est austère, et bien des noms sont manquants. Je voudrais donc rendre hommage à celles et ceux qui, au cours de ces quatre années, transformèrent le possible en concret.

Parmi ces alchimistes, je tiens tout d'abord à remercier vivement Nadia Maïzi, directrice du Centre de Mathématiques Appliquées (CMA) à Sophia-Antipolis, qui m'y a accueilli dans les meilleures conditions, et a pris le « risque » d'encadrer cette thèse. J'ai bénéficié de ses conseils pragmatiques et avisés, de ses intuitions et de son expérience, et j'ai apprécié sa franchise et son intégrité. Je lui suis profondément reconnaissant pour sa disponibilité dans les moments clés – littéralement jusqu'à la dernière minute –, pour sa patience et sa compréhension vis-à-vis de l'avancement de mes recherches, et surtout pour la confiance et la grande autonomie qu'elle m'a accordées dans l'orientation de ce projet, et qui m'ont été essentielles. L'expression parfois passionnée de mon enthousiasme ou de mon indignation, qui, les premières années, a pu accompagner ma découverte de certains champs disciplinaires, ont pourtant dû l'inquiéter ; faire confiance requiert parfois du courage, je voudrais saluer le sien.

Je remercie chaleureusement Fabrice Flipo et Thierry Bréchet, qui ont accepté de rapporter cette thèse, ainsi que tous les invités et membres du jury qui m'ont fait l'honneur d'assister à la soutenance : Pierre Matarasso, Jean-Michel Cayla, Michel Armatte, et Mathieu Arnoux qui en a assuré la présidence avec bienveillance. Je leur suis d'autant plus reconnaissant du temps qu'ils ont généreusement consacré à l'examen attentif de ce document et à sa discussion, qu'un manuscrit fraîchement soumis a ceci de commun avec une boîte de chocolats (pour reprendre une analogie populaire) qu'« on ne sait jamais sur quoi on va tomber ». Aussi, je les remercie sincèrement pour l'intérêt qu'ils ont porté à ce travail, pour leurs commentaires et leurs questions pertinentes, et pour l'atmosphère agréable dans laquelle se sont déroulés nos échanges, auxquels j'ai pris grand plaisir. Au-delà de leur participation à ce jury, je voudrais également saluer leurs contributions scientifiques précieuses, qui ont nourri notre recherche.

Mais cette dernière n'aurait eu ni substance, ni relief, ni ancrage, sans le généreux concours de volontaires géniaux et modestes, qui se sont prêtés à nos entretiens sans qu'il ne fut nécessaire de recourir à la torture ni au chantage, ni même aux pots-de-vin. L'expérience nous semblait intéressante ; leur enthousiasme, leur motivation constante, et la richesse de leurs réflexions l'ont rendue passionnante. Parler simplement de « participation » me semble ici bien insuffisant pour décrire leur engagement. L'intérêt qu'ils ont porté à ce projet, la confiance qu'ils m'ont accordée, ainsi que leurs encouragements m'ont apportés, dans les moments de fatigue qu'impliquaient les échéances serrées de cette fin de thèse, le surplus d'énergie nécessaire pour faire ma part du travail. Leurs noms n'apparaissent pas dans le manuscrit, et pourtant, de cette belle aventure ce sont bien eux les protagonistes : Anthony, Dominique, Vincent, Vincent, David, les joyeux campeurs de Combloux – notamment Marie-Christine qui est partie trop tôt –, et enfin le trio de choc nantais : Marie, Adrien, et Cyrielle dont je salue le *leadership* et l'excellent sens de l'organisation. A chacune et à chacun, à vous tous et à vous toutes – qui, je l'espère, ne me tiendrez pas rigueur d'avoir écorné ici votre anonymat – : *merci infiniment* ! J'en profite pour décerner une mention spéciale à David et Cyrielle, qui ont traversé le pays pour assister à la brève présentation de cette thèse : le soutien et l'amitié qu'ils m'ont témoignés me touchent profondément.

Parmi les personnes exceptionnelles qui ont rendu cette aventure non seulement possible mais encore joyeuse, je souhaite bien sûr remercier aussi tous les membres du CMA, permanents, doctorants, stagiaires et élèves du mastère OSE, qui, chacune et chacun à sa façon, ont contribué à l'atmosphère originale – c'est rien de le dire – et « bon enfant » du centre. Celle-ci doit énormément à Super-Catherine (Auguet Chadaj), qui veille sur ses ouailles de l'aube au crépuscule (et *vice versa*), endure l'espièglerie des plus jeunes – pour notre défense, c'est sûrement elle qui a commencé –, et dont l'étendue du domaine de compétences et d'intervention nous laisse penser que

son statut de directrice administrative n'est en fait qu'une couverture¹. Le tableau manquerait également de couleurs sans l'exubérance joviale de Valérie Roy – « *l'ir-responsable des doctorants* », pour reprendre les termes de Sébastien P. –, qui a prêté son regard attentif à la relecture de ce « *délivrible*² » et m'a fait part de ses précieux commentaires : je lui en suis extrêmement reconnaissant. J'ai bénéficié, en ce même lieu, de l'aide inestimable d'Edi Assoumou, que je ne saurais assez remercier pour sa gentillesse, sa grande disponibilité qui confine au dévouement, ainsi que pour le plaisir que m'offrent chaque fois nos digressions métaphysiques et philosophiques. Sa sagesse malicieuse, ses réflexions originales et pertinentes, et son sens de l'humour leur confèrent toujours ce petit goût de « trop court ». Je voudrais également remercier Amel Sahli pour son aide logistique, ainsi que Sébastien Folio et Damien Corral, qui m'ont dépêtré de mes misères informatiques, et sans qui j'aurais certainement dû me résoudre au calcul sur boulier (pour le coup, c'eût été « *low tech* »). A eux tous, ainsi qu'à Sophie Demassey, Gilles Guerassimoff, Jean-Paul Marmorat – éternel actif –, Sandrine Seloisse – formidable *hyperactive* –, et Evariste Chaintreau dont la bonne humeur communicative et les fléchettes en mousse traversent les cloisons: un grand merci pour les conversations plus ou moins sérieuses mais toujours joyeuses, et pour la qualité des moments partagés. Surtout, je tiens à rendre hommage à mes colocataires du mythique bureau E209, compagnons de thèse et surtout amis, à ces joyeux lurons qui ont rendu chaque journée plus improbable que la précédente, et qui, eux aussi, sauvent le monde plusieurs fois par jour³. J'ai profondément apprécié leur curiosité, leur humilité et leur grande générosité, admiré leur vivacité d'esprit et leur sens de la répartie, et savouré leur humour génial et déjanté. Des discussions de ~~comptoir~~ bureau et des batailles de « Nerf® » aux soirées colloc', des parties de ping-pong et d'*ultimate* aux sorties en montagne, j'ai siroté avec eux le cocktail délicieux de l'amitié : un équilibre subtile entre sérieux et absurdité, entre (auto)dérision et sensibilité! A Paul Hugues, notre imperturbable blond vénitien (a.k.a. « petit Boubou » de Catherine), à Thomas Le Gallic, notre *visiting student* en pointillés (« *on me voit, on me voit pas, on me voit...* »), à Sébastien Postic, l'(le sur)homme-jukebox⁴, à Vincent Krakowski, l'auteur du fameux théorème qui porte son nom⁵ – oui, lui-même –, ainsi qu'à Rémy Doudard, vrai faux nouveau, et Gratien Bonvin, notre arbitre helvète, à tous : bravo et merci infiniment pour le bonheur de ces moments! Je tiens à décerner une brouette de mercis supplémentaires à Vincent, non pas pour tout le temps qu'il a consacré à ce projet – le fait qu'il ne l'a pas compté prouve que, comme pour tout autre thésard en dernière année, la ressource abondait –, ni pour son aide généreuse et indispensable – il sert la science et c'est sa joie –, mais simplement pour faire des jaloux. Je rajouterai, sans lui mettre la pression, que nous plaçons tous nos espoirs en lui et en son modèle univers, qui devrait bientôt nous permettre de nous affranchir de cette tâche futile qu'est la politique pour nous consacrer à plein temps au néant – et au débogage. Aux prochain-e-s appelé-e-s, à Elena, Vincent, Thomas, Rémy, Ariane, Gratien, Elise, Seungwoo, Jérôme, Aurélien, – et peut-être Jean-Paul? –, ainsi qu'à Fiona et David qui exercent leurs talents ailleurs, je souhaite bonne chance, et que leurs aventures soient aussi riches que celle-ci (les nuits blanches en moins).

En dehors du CMA, j'ai eu le privilège d'être accueilli pendant près d'un an et demi au Centre de Sociologie de l'Innovation (CSI) de l'école, et de profiter de l'atmosphère stimulante des séminaires et des discussions de couloir. De cette période extrêmement enrichissante sur le plan intellectuel, je garde un souvenir excellent. A toute l'équipe des « gentils sociologues » du boulevard Saint-Michel, aux doctorants, et en particulier à Kathleen Zoonnekindt – « *ça se prononce comme ça s'écrit* » –, ma voisine de bureau/guichet/couloir et amie, qui m'aura bien fait gagner quelques mois d'espérance de vie à coups de fous-rires, un immense merci.

Je tiens à remercier encore toutes les personnes formidables que j'ai eu la chance de rencontrer à travers cette aventure, et qui l'ont profondément embellie, notamment: Olivier Turquin, pour sa gentillesse, ses encouragements sincères, ainsi que pour son invitation à l'Université des Alpes qu'il coordonne, Vincent Liegey, hyperactif décontracté et expérimentateur hors pair, mon ami et complice indiscipliné David Merlaut, mes brillants compères de la première école d'été barcelonaise sur la décroissance : Jean, Kathy, Inaki, Maria, Heidi,

¹ A ce jour, son métabolisme demeure un mystère : elle serait la première *personne à énergie positive* (PEPOS) – au sens physique s'entend, pas seulement mystique.

² Le terme est assez évocateur lorsqu'il s'agit d'un manuscrit de thèse.

³ Enfin... aujourd'hui, ça ne va pas être possible, parce qu'on a frisbee, molky, et cours de bilboquet.

⁴ Aussi connu comme l'homme qui se planta de sommet. Trois fois d'affilée. Et presque sans s'en rendre compte. *Mais foa nom d'éclape, tataru comme nous y sommes, la quatrième sera la bonne !*

⁵ Ce n'est qu'une question de temps...

Hendrik, Lorenz, Jean-Louis, Fulvia et bien d'autres encore, parmi lesquels tous les organisateurs. Merci également à tous les artisans du bonheur que sont Mathieu De., Morgane, Blandine, Nicolas, Johan, Sophie, Valentine, Mathieu Da., Fiona, Stéphanie, Emma, Raphaël, Paul, Florent, et Romdu.

J'ai par ailleurs, durant tout ce temps, bénéficié de l'affection et du soutien inconditionnels et indéfectibles de ma famille, que ces courtes lignes ne suffiront jamais à remercier. Je dois autant à ma sœur Marion⁶ d'avoir semé dans ma pensée des graines de « déviance », qu'à mon frère Antoine, mon autre sœur Estelle, et mes parents de les avoir aidées à germer et se développer à travers nos discussions parfois animées. Après tant d'années à aller à reculons à l'école, ils se sont amusés de me voir y prolonger mon parcours. Ils m'ont offert, comme le dit le proverbe, tout ce que l'on peut donner à un enfant : des racines et surtout des ailes, qui me laissent envisager l'avenir avec confiance et détermination.

Je ne sais, enfin, comment exprimer ma reconnaissance à Marion Duclercq, qui, avec patience, a subi le rythme intense de cette fin de thèse. Celle-ci n'aurait pu être bouclée dans les temps sans elle. Elle a donné de sa personne, de son temps, et de son sommeil, et je lui dois infiniment plus que des tableaux d'entretiens et l'intégration de toute la bibliographie – ce qui est en soi est déjà conséquent : dire que son nom devrait figurer en couverture de ce document est une évidence et un euphémisme⁷. Endurer quotidiennement *La Compagnie Créole* était en fin de compte un bien faible prix à payer au regard de la joie et des magnifiques moments partagés. Je lui demanderai encore une fois l'impossible : de trouver en ces quelques mots l'expression de ma profonde gratitude.

Et il serait bien oublieux encore de ne pas remercier l'ensemble des personnes qui, au travers des institutions que sont l'Ecole des Mines de Paris et, plus en amont, le superbement nommé⁸ « ministère du redressement productif » dont elle dépend, ont orienté les ressources financières nécessaires vers ce travail d'exploration des voies d'un redressement *non productiviste*. Que les contribuables soient donc par la même occasion remerciés. De celles et ceux qui, souvent sans le savoir, ont contribué plus ou moins directement à cette aventure, et que l'on mentionne trop rarement, je voudrais aussi remercier les auteurs qui ont nourri ma réflexion par leur pensée critique (la bibliographie en propose une liste non-exhaustive), les comptables nationaux et autres « petites mains » de la quantification, mais encore les sceptiques à ce projet, qui ne m'ont que davantage motivé à le réaliser, ainsi que le personnel d'entretien des locaux, mon chauffeur de bus du soir en attente du Grand Soir, les développeurs et débogueurs des logiciels de modélisation, les anonymes qui, en divers lieux de la planète, ont extrait, traité, produit et assemblé les composants de mon outil informatique⁹, les paysans qui, pendant ce temps, pourvoient à nos besoins alimentaires, les poètes et musiciens (y compris la fanfare hollandaise qui a saboté mes nuits d'été), et une bonne partie encore du monde vivant (humain et non-humain) passé et présent. Mais surtout, parce qu'« *on ne fera pas un monde différent avec des gens indifférents* », selon la belle formule d'Arundhati Roy, je remercie celles et ceux qui, par leur engagement et leur ardeur, œuvrent au sein de ce monde fini pour y maintenir ouvert l'infini des possibles. Et pour finir, merci à toi, lecteur ou lectrice, de renouveler le sens de ce travail¹⁰.

La liste est longue et il me fallait hélas l'abrégé. Que les personnes que j'ai omises (et qui ne trouvent même pas d'homonyme auquel se raccrocher « dans le doute ») me pardonnent ; je les laisse s'arranger avec celles dont le nom est cité plusieurs fois : on pourrait par exemple envisager un marché secondaire des remerciements¹¹...

Finalement, de cette aventure collective, il ne reste qu'une chose dont je porte l'entière responsabilité : ses limites et ses lacunes, ainsi que les éventuelles erreurs et coquilles qui auront échappé à ma vigilance¹².

⁶ Je ne mentionnerai pas les noms de famille afin de préserver leur anonymat.

⁷ A l'avenir, Il faudrait voir à remplacer la page de couverture par celles des remerciements.

⁸ Et non moins contrepèterique...

⁹ Je laisserai à d'autres le soin de remercier ceux qui, par la diplomatie et les armes, assurent l'approvisionnement en ressources convoitées.

¹⁰ Et de « justifier » son impact environnemental (impact direct, d'après des estimations rapides : ~3.3 t CO2 pour les transports ; ~1.7 t CO2 pour les outils informatiques ; quelques dizaines de gramme de déchets nucléaires, sans même prendre en compte les consommations de chauffage, etc.). « *Reduce-Reuse-Recycle* » : après lecture, ce manuscrit pourrait utilement caler un pied de table, par exemple.

¹¹ Un peu à la façon du marché du carbone, qui a démontré son efficacité...

"Donner, recevoir, rendre", tel est le principe universel du vivre ensemble et le fondement du lien social. Et puisque ces simples phrases sont trop légères pour exprimer mes sentiments, que les mots, pourtant si nécessaires, sont ici insuffisants, je reste redevable indéfiniment... et heureux de savoir ces liens vivants !

¹² Je plaiderai toutefois les circonstances atténuantes – je n’ai pas encore décidé lesquelles –, et appellerai à la clémence des lecteurs et lectrices.

Avertissement

Les propos exprimés ici, et *a fortiori* l'interprétation qui en sera faite, peuvent ne pas refléter le point de vue de l'auteur.

*« Entre ce que je pense,
Ce que je veux dire,
Ce que je crois dire,
Ce que je dis,
Ce que vous avez envie d'entendre,
Ce que vous croyez entendre,
Ce que vous entendez,
Ce que vous avez envie de comprendre,
Ce que vous croyez comprendre,
Ce que vous comprenez...
... il y a dix possibilités qu'on ait des difficultés à communiquer. Mais essayons quand même... »*

[Bernard Werber, *L'Encyclopédie du savoir relatif et absolu*]

Table des matières

DONNER, RECEVOIR, RENDRE...	3
TABLE DES FIGURES	13
TABLE DES TABLEAUX	16
TABLE DES ABREVIATIONS	17
INTRODUCTION	19
LES AMBIGUÏTÉS DU PARADIGME ECONOMIQUE MODERNE, DU DEVELOPPEMENT ET DE LA CROISSANCE	19
« OUTSIDE THE BOX » : LA DECROISSANCE	20
CONTRIBUTION DU TRAVAIL ET STRUCTURE DU DOCUMENT	21
BIBLIOGRAPHIE DE L'INTRODUCTION	21
CHAPITRE 1 – DE LA CONTROVERSE HISTORIQUE AUTOUR DE LA CROISSANCE A L'EMERGENCE DE LA DECROISSANCE	22
1. L'IMAGINAIRE DU DEVELOPPEMENT ET DE LA CROISSANCE	22
1.1. L'INVENTION D'UNE IDEOLOGIE DU DEVELOPPEMENT	23
1.2. LES PREMIERES THEORIES DU DEVELOPPEMENT COMME PROJET ET PROGRAMME UNIVERSELS	24
1.2.1. Les théories du développement linéaire	24
1.2.2. Les théories du développement d'inspiration marxiste	25
1.3. LES PREMIERES CRITIQUES ET POSITIONS ALTERNATIVES SUR LE DEVELOPPEMENT	27
1.3.1. La critique de l'idéologie normative du développement	27
1.3.1.1. <i>La pensée gandhienne et « l'autonomie sociale » (ou « self-reliance »)</i>	27
1.3.1.2. <i>Dudley Seers et les limites d'un « cas particulier »</i>	28
1.3.2. Les critiques économiques du développement dans les pays « développés »	28
1.3.2.1. <i>K. W. Kapp et les effets (pas si) secondaires de la croissance</i>	28
1.3.2.2. <i>J. K. Galbraith et la critique de la « société d'opulence »</i>	29
1.3.2.3. <i>E. J. Mishan et les coûts de la croissance économique</i>	29
1.3.3. La critique culturelle de la Technique et de la société industrielle	30
1.3.3.1. <i>L. Mumford et le mythe de la machine</i>	30
1.3.3.2. <i>Charbonneau et Ellul, la critique du système technicien et de sa rationalité</i>	30
1.3.3.3. <i>H. Marcuse et l'uniformisation des individus par la société industrielle</i>	30
1.3.3.4. <i>I. Illich, la convivialité contre le monopole technologique et la contre-productivité du développement</i>	30
2. UN DISCOURS DE CRISE GLOBALE AUTOUR DES LIMITES PHYSIQUES A LA CROISSANCE	32
2.1. LES INQUIETUDES LIEES A LA CROISSANCE DEMOGRAPHIQUE	33
2.2. LES NOUVELLES PREOCCUPATIONS ENVIRONNEMENTALES	34
2.3. LA TERRE COMME SYSTEME FERME	36
3. LES ETUDES DU FUTUR	37
3.1. UN CHAMP NOUVEAU	37
3.2. LES LIMITES A LA CROISSANCE SOUS L'ANGLE DU RAPPORT <i>THE LIMITS TO GROWTH</i>	38
3.2.1. Le projet du Club de Rome	38
3.2.2. Les réactions « à chaud » au rapport des limites	39

3.3. LE DEPLACEMENT DU DEBAT SUR LES LIMITES A LA CROISSANCE A TRAVERS D'AUTRES ENTREPRISES DE MODELISATION ET DANS LA DISCIPLINE ECONOMIQUE	40
4. L'APPROPRIATION POLITIQUE DES QUESTIONS ENVIRONNEMENTALES	43
4.1. L'INSTITUTIONNALISATION DU DISCOURS ENVIRONNEMENTAL	43
4.1.1. Le morcellement du courant écologique	43
4.1.2. Développement durable, développement humain : « <i>old wine in new bottle</i> ? »	44
4.1.2.1. <i>Le développement durable selon Brundtland</i>	44
4.1.2.2. <i>Le développement humain</i>	46
4.1.3. Le recadrage du problème environnemental sous l'angle du changement climatique	46
5. L'EMERGENCE DU MOUVEMENT DE LA DECROISSANCE	48
5.1. UNE REACTIVATION DE LA CRITIQUE AU TOURNANT DU XXI ^{EME} SIECLE	48
5.2. QU'EST-CE QUE LA DECROISSANCE ?	50
5.2.1. Le signifiant : un slogan provocateur	50
5.2.2. Un cadre théorique et interprétatif pour un mouvement social	50
6. UNE TENTATIVE DE SYNTHESE DES IDEES DE LA DECROISSANCE	52
6.1. UNE REDUCTION DE LA PRODUCTION ET DE LA CONSOMMATION EN TERMES PHYSIQUES POUR UNE SOUTENABILITE ECOLOGIQUE ET PHYSIQUE	53
6.2. UNE DESECONOMICISATION POUR UNE SOUTENABILITE SOCIALE	56
6.3. QUELQUES PROPOSITIONS CONCRETES DU MOUVEMENT	58
6.4. LES STRATEGIES DU MOUVEMENT ET LA QUESTION DEMOCRATIQUE	59
6.5. QUELQUES QUESTIONS EN SUSPENS...	60
6.5.1. La Décroissance implique-t-elle une sortie du capitalisme ?	60
6.5.2. La question du travail et de l'emploi dans une société de Décroissance	61
6.5.3. Décroissance au 'Nord' et Décroissance au 'Sud'	62
6.5.4. La question démographique	62
7. CONCLUSION DU CHAPITRE	63
BIBLIOGRAPHIE DU CHAPITRE 1	65

CHAPITRE 2 – MODELISATION PROSPECTIVE ET DECROISSANCE - REFLEXIONS METHODOLOGIQUES

70

1. LA DEMARCHE PROSPECTIVE	71
2. LA MODELISATION NUMERIQUE, UN OUTIL POUR LA PROSPECTIVE	72
2.1. QUELLES CONTRIBUTIONS LA MODELISATION PROSPECTIVE APPLIQUEE PEUT-ELLE APPORTER AU DEBAT AUTOUR DE LA DECROISSANCE ?	73
2.2. MODELISATION ET DECROISSANCE : PAR OU COMMENCER ?	74
2.2.1. Traduire la Décroissance dans un cadre de modélisation à partir des propositions politiques	74
2.2.2. Quels critères d'évaluation pour des scénarios de « type » Décroissance ?	76
2.2.3. Les approches de modélisation ordinaires se prêtent-elles à l'étude de la Décroissance?	78
2.3. ECUEILS POTENTIELS ET PISTES D'AMELIORATION DES MODELES	81
2.3.1. L'avenir n'est pas qu'un long passé : les limites de l'extrapolation pour l'étude de la Décroissance	81
2.3.2. Améliorer les fondements « micro » et approfondir la représentation des comportements des agents.	82
2.3.3. Appréhender les systèmes socio-économiques et écologiques dans leur complexité	84

2.4. CONCLUSION- QUEL ROLE POUR LES MODELES APPLIQUES?	86
3. NOTRE APPROCHE: SCENARIOS PARTICIPATIFS ET MODELISATION PROSPECTIVE	88
BIBLIOGRAPHIE DU CHAPITRE 2	89

CHAPITRE 3 - « DESSINE-MOI UN FUTUR » - ENTRETIENS ET RECUEIL DE SCENARIOS PARTICIPATIFS

	93
1. OBJECTIFS DES ENTRETIENS	93
2. DESCRIPTION DE LA METHODE ET DU FORMAT DES ENTRETIENS	95
3. LIMITES ET BIAIS POTENTIELS	101
4. SYNTHESE ET ANALYSE DES « VISIONS » RECUEILLIES	102
BIBLIOGRAPHIE DU CHAPITRE 3	105

CHAPITRE 4 - DESCRIPTION DU CADRE DE MODELISATION

1. LA PLATEFORME DE MODELISATION	107
2. STRUCTURE GLOBALE DU MODELE	108
3. POPULATION ET MENAGES	110
3.1. DEMOGRAPHIE	110
3.2. MENAGES	113
4. L'ANALYSE ENTREES-SORTIES	116
4.1. PRESENTATION DE LA LOGIQUE DE L'ANALYSE ENTREES-SORTIES	117
4.2. PRINCIPALES LIMITES DE L'ANALYSE ENTREES-SORTIES	118
4.3. ANALYSE RETROSPECTIVE DE SENSIBILITE A L'EVOLUTION DE LA MATRICE DES COEFFICIENTS TECHNIQUES	120
4.4. L'ABSENCE DE PRISE EN COMPTE ENDOGENE DES EFFETS-PRIX	124
4.5. CHOIX DE LA NOMENCLATURE ET DONNEES UTILISEES	127
5. LA DEMANDE FINALE TOTALE	128
5.1. CONSOMMATION FINALE	129
5.2. FORMATION BRUTE DE CAPITAL FIXE (FBCF) – (INVESTISSEMENT)	143
5.2.1. Les déterminants de l'investissement	144
5.2.2. Représentation de l'investissement adoptée dans notre modèle	147
5.2.2.1. <i>Stocks d'actifs</i>	147
5.2.2.2. <i>Déclassement des actifs</i>	149
5.2.2.3. <i>Le calcul de la Formation Brute de Capital Fixe</i>	151
5.3. ECHANGES INTERNATIONAUX (IMPORTATIONS ET EXPORTATIONS)	154
6. POPULATION ACTIVE, EMPLOI, ET CHOMAGE	160
6.1. LE TAUX DE CHOMAGE, UN INDICATEUR INSUFFISANT	160
6.2. LES CADRES CONCEPTUELS : ACTIVITE/INACTIVITE, EMPLOI/CHOMAGE	162
6.3. LA POPULATION ACTIVE	165
6.4. L'EMPLOI	167
6.5. LE CHOMAGE	173
7. DECOMPOSITION DE LA VALEUR AJOUTEE ET SALAIRES	174
8. IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX	175
8.1. SECTEURS AGRICULTURE, BATIMENT, INDUSTRIES, BRANCHE ENERGIE, ET TERTIAIRE HORS TRANSPORT	178
8.2. SECTEUR TRANSPORT	182
8.2.1. La mobilité des personnes	184
8.2.1.1. <i>Mobilité longue distance</i>	185

8.2.1.2. <i>Mobilité locale</i>	186
8.2.1.2.1. Prise en compte du télétravail	187
8.2.1.2.2. Prise en compte d'une évolution de la durée du travail	189
8.2.1.2.3. Calcul de la mobilité locale totale	192
8.2.2. Usages énergétiques pour le transport de passagers	194
8.2.2.1. <i>Prise en compte des taux d'occupation</i>	195
8.2.2.2. <i>Le véhicule particulier</i>	196
8.2.3. Les consommations énergétiques du transport de marchandises	198
8.2.4. Emissions de polluants et GES du transport	199
8.3. LE SECTEUR RESIDENTIEL	200
8.3.1. Parc de logements	200
8.3.2. Surface totale habitable (par type de logement et par époque de construction)	204
8.3.3. Usages énergétiques du résidentiel	205
8.3.3.1. <i>Energie finale pour le chauffage</i>	206
8.3.3.2. <i>Energie finale pour l'eau chaude sanitaire (ECS)</i>	207
8.3.3.3. <i>Energie finale Cuisson</i>	211
8.3.3.4. <i>Energie finale Electricité spécifique</i>	212
8.3.4. Emissions de polluants atmosphériques et GES du résidentiel	215
9. BUDGET DES ADMINISTRATIONS PUBLIQUES (APU)	216
10. ENSEIGNEMENT	228
11. SANTE	231
12. CONCLUSION DU CHAPITRE	238
BIBLIOGRAPHIE DU CHAPITRE 4	239
CHAPITRE 5 – MISE EN ŒUVRE DU MODELE : SIMULATIONS ET RESULTATS	245
1. UN SCENARIO « TEMOIN » : L'HISTOIRE FIGEE ET L'IMPASSE DE L'INACTION	245
2. UN SCENARIO A « EVOLUTIONS TECHNIQUES TENDANCIELLES »	249
3. UN SCENARIO « CROISSANCE VERTE » : UN PARI TECHNIQUE	253
4. ANALYSE DE SENSIBILITE POUR DEUX PROPOSITIONS « NON-TECHNIQUES »	263
4.1. L'EXTENSION DES PRATIQUES DE MISE EN COMMUN A TRAVERS L'EXEMPLE DE LA COHABITATION	263
4.2. LA RELOCALISATION	266
5. LA DECROISSANCE A TRAVERS QUELQUES SCENARIOS PARTICIPATIFS	269
5.1. ACTIVITE, EMPLOI, CHOMAGE	279
5.2. FINANCES PUBLIQUES	281
5.3. IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX	283
6. EN GUISE DE NON-CONCLUSION...	286
BIBLIOGRAPHIE DU CHAPITRE 5	288
EPILOGUE	290
LES PRINCIPAUX APPORTS DE CE TRAVAIL DE RECHERCHE	290
QUELQUES PERSPECTIVES POUR LES RECHERCHES FUTURES	291
BIBLIOGRAPHIE DE L'EPILOGUE	294
ANNEXES	295

ANNEXE 1 – TABLEAUX RECAPITULATIFS DES ENTRETIENS (4 ENTRETIENS)	295
ANNEXE 2 – DONNEES EMPLOYEES POUR LE SECTEUR RESIDENTIEL	325

TABLE DES FIGURES

Figure 1 - Croissance de la population mondiale et de PIB moyen mondial par personne au cours des deux derniers millénaires ("Maddison Project," 2013).....	19
Figure 2 - Evolution du taux de croissance du PIB par personne et du taux de chômage dans les pays de l'OCDE (1971-2011).....	70
Figure 3 – Un exemple de jeu d'indicateurs potentiellement utilisables pour mesurer l'avancée dans une transition de Décroissance vers une économie stationnaire (O'Neill, 2012a).....	77
Figure 4 - Exemple de contenu d'un onglet du fichier de support d'entretien.....	98
Figure 5 - Schéma structurel simplifié de l'outil de modélisation.....	109
Figure 6 - Projections de population totale pour la France entière issues des projections de l'Insee.....	111
Figure 7 - Projections de l'évolution de la pyramide des âges suivant deux jeux d'hypothèses démographiques contrastés.....	112
Figure 8 - Sensibilité du ratio de "dépendance démographique" aux différents jeux d'hypothèses démographiques proposés.....	112
Figure 9 - Nombre moyen de personnes par ménage en France métropolitaine - Observations et Scénarios INSEE.....	114
Figure 10 - Taille des ménages par sexe et âge des individus en 2005 - Source: enquête annuelle de recensement 2005, Insee (Source : INSEE, 2006).....	114
Figure 11 : Evolution de la taille moyenne et du nombre de ménages français à comportements de cohabitation constants à âge et sexe donnés.....	115
Figure 12 - Sensibilité de l'analyse Entrées-Sorties à l'évolution des coefficients techniques période 1963-2013 (17 branches).....	121
Figure 13 : Sensibilité de l'analyse Entrées-Sorties à l'évolution des coefficients techniques période 1978-2013 (37 branches).....	122
Figure 14 : Sensibilité de l'analyse Entrées-Sorties à l'évolution des coefficients techniques.....	123
Figure 15 : Regard rétrospectif sur des hypothèses d'évolution du prix du baril de pétrole.....	126
Figure 16 : Evolution du prix du baril de brut de 1970 à 2009 et facteurs contingents (source : WTRG Economics, 2011).....	126
Figure 17 : Parts de la consommation, de l'investissement et des exportations dans les emplois finals pour chaque branche (2011).....	128
Figure 18 : Modélisation des stocks d'actifs fixes.....	148
Figure 19 : Densité de probabilité de déclassement d'un actif en fonction de son âge.....	150
Figure 20 : Survie de stocks d'actifs constitués par un investissement ponctuel.....	150
Figure 21 : Evolution de la balance commerciale française (1950-2014).....	154
Figure 22 : Importations et exportations en proportion du PIB (1950-2014).....	154
Figure 23 : Balance commerciale de la France par produit- année 2014.....	155
Figure 24 : Déterminants des exportations d'après Sautard et al. (2014, p. 3).....	157
Figure 25 : Evolution du ratio Importations / Ressources totales (1960-2013).....	158
Figure 26 : Evolution des ratios Exportations/Importations par branche (1965-2014).....	159
Figure 27 : Variabilité du ratio exports/imports par branche.....	159
Figure 28 : Evolution de la durée annuelle de travail (1950-2006) ; source:(Bouvier and Diallo, 2010).....	161
Figure 29 : « activité/inactivité » et « emploi/chômage » et halo du chômage (source : INSEE, 2012)).....	162
Figure 30 : Chômage et « halo autour du chômage » (1975-2015).....	163
Figure 31 : Evolution du sous-emploi (2003-2015).....	164
Figure 32 : Evolution des taux d'activité en France depuis 1975 par classe d'âge et sexe.....	166
Figure 33 : Evolution du taux d'activité par sexe sur la période (1975-2013).....	166
Figure 34 : Evolution de la population active (1975-2013).....	166

Figure 35 : Taux d'activité au sens du BIT par sexe et tranche d'âge quinquennal (2013)	166
Figure 36 : « Eventail » d'évolutions du taux d'activité global de la population de 15 ans et plus, à taux d'activité par âge et sexe constant, correspondant aux différents jeux d'hypothèses démographiques proposés à l'utilisateur du modèle.	167
Figure 37 : Ventilation de l'emploi à l'intérieur de chaque branche par catégories socio-professionnelles (CSP)	167
Figure 38 : Evolution de la productivité du travail en France pour les différentes branches (1959-2013), (logarithme)	168
Figure 39 : Répartition de la Durée moyenne du travail hebdomadaire (2011)	170
Figure 40 : Répartition de l'emploi par CSP agrégée (2011)	172
Figure 41 : Représentation du parcours des chômeurs dans le modèle	174
Figure 42 : Consommation d'énergie finale par secteur (source : Commissariat général au développement durable, 2015)	177
Figure 43 : Emissions de GES directs	177
Figure 44 - Illustration de la méthodologie de calcul des impacts.....	180
Figure 45 - Consommation d'énergie (fossile et électrique) par mode en 2013	183
Figure 46 - Séquence de modélisation pour la mobilité longue distance	185
Figure 47 - Parts modales en fonction de la distance et des motifs des déplacements pour la mobilité longue distance	186
Figure 48 - Séquence de modélisation pour la mobilité locale	186
Figure 49 - Population salariée pratiquant le télétravail plus de 8 heures par mois sur la période 2000-2010 (Ferhenbach et al., 2009)	189
Figure 50 - Parts modales en fonction de la distance des déplacements pour la mobilité Locale	193
Figure 51 - Séquence de modélisation de la consommation d'énergie des transports de passagers	194
Figure 52 - Représentation des stocks de véhicules privés dans le modèle	196
Figure 53 - Séquence de modélisation de la consommation d'énergie du transport de marchandises	198
Figure 54 - Parts modales terrestres du fret en France en 2013	199
Figure 55 - Représentation des stocks de logements dans le modèle	202
Figure 56 - Evolution des usages de l'énergie du secteur résidentiel de 1990 à 2012	205
Figure 57 - Parts initiales des différentes énergies utilisées pour le chauffage	207
Figure 58 - Part des différentes énergies employées pour l'usage ECS	209
Figure 59 - Besoin ECS et cuisson en fonction du nombre de personnes	210
Figure 60 - Coefficient de pondération des consommations unitaires moyennes d'ECS et de cuisson	210
Figure 61 - Part des différentes énergies employées pour l'usage cuisson	211
Figure 62 - Ventilation de la consommation d'électricité spécifique.....	212
Figure 63 - Evolution des finances publiques et de la dette française.....	216
Figure 64 - Modélisation de la dette publique.....	217
Figure 65 : Taux d'intérêt apparent de la dette publique	222
Figure 66 - Part de l'éducation dans la consommation effective des ménages.....	228
Figure 67 - Evolution de la dépense intérieure d'éducation (DIE) et de sa part dans le PIB depuis 1980	228
Figure 68 - Ventilation des dépenses du secteur de l'éducation par niveau d'étude.....	229
Figure 69 - Taux de scolarisation par âge et par niveau en 2012.....	230
Figure 70 - Dépense moyenne par élève entre 1980 et 2012.....	230
Figure 71 - Structure du financement de la DIE 1980-2010.....	230
Figure 72 - Part de la santé dans la consommation effective des ménages	231
Figure 73 - Décomposition des déterminants de la croissance des dépenses de santé sur 1992-2000 et 200-2008	232
Figure 74 - Evolution à la hausse entre 1992 et 2008 du profil des dépenses de santé par âge (Dormont and Huber, 2012a, p. 29).....	232
Figure 75 - Dépenses de santé en fonction de l'âge et du « délai » avant la mort	233

Figure 76 - Taux de prévalence des Affections de Longue Durée (ALD) et surmortalité des personnes en ALD par classe d'âge	234
Figure 77 - Structure adoptée pour le module de santé.....	234
Figure 78 - Dépenses de santé par classe d'âge pour les femmes avec et sans ALD survivant ou décédant dans l'année.....	236
Figure 79 - Illustration de la sensibilité de la dépense de santé suivant les hypothèses prises sur le vieillissement des individus.....	237
Figure 80 - Structure de financement de la consommation de soins et de biens médicaux (2012)	237
Figure 81 - Evolution des finances publiques - Scénario "évolutions techniques tendanciennes"	251
Figure 82 - Sensibilité du taux de chômage à l'évolution de la productivité horaire apparente du travail	251
Figure 83 - Activité économique, travail, emploi, chômage - Scénario "croissance verte"	258
Figure 84 - Répartition de l'emploi par CSP agrégée - Scénario "croissance verte"	258
Figure 85 - Evolution de la population par CSP agrégée - Scénario "croissance verte"	259
Figure 86 - Evolution des finances publiques - Scénario "croissance verte"	259
Figure 87 - Emissions de GES (approche empreinte) - Scénario "croissance verte"	260
Figure 88 - Sensibilité du modèle à différentes hypothèses d'évolution de la taille moyenne des ménages	264
Figure 89 - Sensibilité du modèle à différentes configurations de "relocalisation" de l'économie	267
Figure 90 - Synthèse comparative des résultats de simulation des scénarios issus des entretiens A, B, et C....	270
Figure 91 - Activité, travail, emploi, chômage - Scénario issu de l'entretien A.....	272
Figure 92 - Evolution des finances publiques - Scénario issu de l'entretien A	272
Figure 93 - Usages de l'énergie (approche empreinte) - Scénario issu de l'entretien A	272
Figure 94 - Emissions de GES (approche empreinte) - Scénario issu de l'entretien A.....	272
Figure 95 - Répartition des emplois par CSP agrégée - Scénario issu de l'entretien A	272
Figure 96 - Activité, travail, emploi, chômage - Scénario issu de l'entretien B.....	274
Figure 97 - Evolution des finances publiques - Scénario issu de l'entretien B	274
Figure 98 - Usages de l'énergie (approche empreinte) - Scénario issu de l'entretien B	274
Figure 99 - Emissions de GES (approche empreinte) - Scénario issu de l'entretien B.....	274
Figure 100- Activité, travail, emploi, chômage - Scénario issu de l'entretien C.....	278
Figure 101 - Evolution des finances publiques - Scénario issu de l'entretien C	278
Figure 102 - Usages de l'énergie (approche empreinte) - Scénario issu de l'entretien C	278
Figure 103 - Emissions de GES (approche empreinte) - Scénario issu de l'entretien C.....	278
Figure 104 - Comparaison de l'empreinte GES annuelle et cumulée pour les scénarios B et C	285

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 - Contenu du document de support utilisé pour les entretiens	99
Tableau 2 - Hypothèses de fécondité, espérance de vie, solde migratoire des projections de l'Insee	111
Tableau 3 - Nombre moyen de personnes par ménage en France métropolitaine - Observation et scénarios Insee	113
Tableau 4 : Structure désagrégée employée pour la modélisation de la consommation finale effective des ménages	131
Tableau 5 : Structure désagrégée employée pour la modélisation de la consommation finale effective des administrations publiques.....	142
Tableau 6 : Correspondance de la nomenclature par secteur utilisée avec celle par branche de la comptabilité nationale	176
Tableau 7 : Mode de calcul des différents indicateurs associés à chaque type d'impact.....	181
Tableau 8 : Catégories retenues pour la modélisation de la mobilité des personnes	184
Tableau 9 : Distance moyenne observée des déplacements de chaque classe de distance.....	194
Tableau 10 : Hypothèses d'évolution de la consommation de chaque sous-poste.....	213
Tableau 11 : hypothèses adoptées pour chaque élément des recettes publiques.....	219
Tableau 12 : hypothèses adoptées pour chaque sous-fonction de dépenses publiques.....	221
Tableau 13-Hypothèses principales du scénario "par défaut"	246
Tableau 14 - Résultats des simulations du scénario "par défaut" - Indicateurs socioéconomiques.....	247
Tableau 15 - Résultats des simulations du scénario "par défaut" - Indicateurs environnementaux.....	247
Tableau 16 - Hypothèses caractéristiques du scénario "évolutions techniques tendancielle"	249
Tableau 17 - Résultats du scénario "évolutions techniques tendancielle" - Indicateurs socioéconomiques....	250
Tableau 18 - Résultats du scénario "évolutions techniques tendancielle" - Indicateurs environnementaux...	250
Tableau 19 - Budgets carbone et probabilités d'impact climatique pour les scénarios du GIEC (5ème rapport)	252
Tableau 20- Principales hypothèses caractéristiques du scénario "croissance verte"	254
Tableau 21 - Résultats du scénario "croissance verte" - Indicateurs socioéconomiques	257
Tableau 22 - Résultats du scénario "croissance verte" - Indicateurs environnementaux.....	257
Tableau 23 - Résultats du scénario issu de l'entretien A - Indicateurs socioéconomiques.....	271
Tableau 24 - Résultats du scénario issu de l'entretien A - Indicateurs environnementaux.....	271
Tableau 25 - Résultats du scénario issu de l'entretien B - Indicateurs socioéconomiques.....	273
Tableau 26 - Résultats du scénario issu de l'entretien B - Indicateurs environnementaux	273
Tableau 27- Principales hypothèses caractéristiques du scénario correspondant à l'entretien C	275
Tableau 28 - Résultats du scénario issu de l'entretien C - Indicateurs socioéconomiques.....	277
Tableau 29 - Résultats du scénario issu de l'entretien C - Indicateurs environnementaux	277
Tableau 30 - Tableau récapitulatif des propositions recueillies au cours de l'entretien A (entretien de groupe)	296
Tableau 31 - Tableau récapitulatif des propositions recueillies au cours de l'entretien B	304
Tableau 32 - Tableau récapitulatif des propositions recueillies au cours de l'entretien C	312
Tableau 33 - Tableau récapitulatif des propositions recueillies au cours de l'entretien D	320
Tableau 34 : Stock de logements par année de construction pour les maisons individuelles et les immeubles collectifs	325
Tableau 35 : Stocks de logements vacants et de résidences secondaires par année de construction pour les maisons individuelles et les immeubles collectifs.....	325
Tableau 36 : Surfaces habitables moyennes par logement par année de construction pour les maisons individuelles et les immeubles collectifs	325
Tableau 37 : Consommation unitaire de chauffage par année de construction pour les maisons individuelles et les immeubles collectifs selon deux sources.....	326

TABLE DES ABREVIATIONS

ABM	Agent-based models / Modèles multi-agents
Aeq	Acide équivalent
AIE	Agence Internationale de l'Energie
APU	Administrations publiques
BAU	Business as usual
BBN	Bayesian (beliefs) networks
BIT	Bureau international du travail
CGEM	Computable general equilibrium models / Modèle d'équilibre général calculable
CMED	Commission mondiale sur l'environnement et le développement
CNUCED	Conférence des Nations-Unies sur le commerce et le développement
CO2	Dioxyde de carbone
COICOP	Classification of Individual Consumption by Purpose
CPF	Classification des produits français
CSP	Catégorie socio-professionnelle
DDT	Dichlorodiphényltrichloroéthane
DEPP	Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance
ECS	Eau chaude sanitaire
EGC	Equilibre Général Calculable
ENTD	Enquête nationale transports et déplacements
FAO	Food and agriculture organisation
FBCF	Formation brute de capital fixe
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
HCAAM	Haut conseil pour l'avenir de l'assurance maladie
HFC	Hydrofluorocarbones
INSEE	Institut national de la statistique et des études économiques
ISF	Impôt sur la fortune
Md	Milliard
MEGC	Modèle d'Equilibre Général Calculable
MEN	Ministère de l'enseignement national
MESR	Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche
n.c.a	Non classé ailleurs
NOEI	Nouvel ordre économique international
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Économiques
OMS	Organisation mondiale de la santé
ONU	Organisation des Nations-Unies
PAL	Physical activity level (niveau d'activité physique)
PIB	Produit intérieur brut
PM10	Particules inférieures à 10µm
PM2.5	Particules inférieures à 2.5µm
PNB	Produit national brut
PNUD	Programme des Nations-Unies pour le développement
PNUE	Programme des Nations-Unies pour l'environnement
PPLD	Partie pour la Décroissance
PRG	Pouvoir de réchauffement global (exprimé en équivalent dioxyde de carbone)
RMA	Revenu maximum acceptable
RSA	Revenu de solidarité active

RTE	Réseau de transport d'électricité
SAU	Surface agricole utile
SD	System dynamics
SEL	Système d'échange local
SFC	Stock-Flow Consistent
SOeS	Service de l'Observation et des Statistiques
Tep	Tonne équivalent pétrole
TES	Tableau entrées-sorties
TIC	Technologie de l'information et de la communication
TVA	Taxe sur la valeur ajoutée
UNESCO	Organisation des Nations-Unies pour l'éducation, la science et la culture
kWh _{ef}	kilo-Watt-heure (énergie efficace)
kWh _{ep}	kilo-Watt-heure (énergie primaire)

Introduction

Les ambiguïtés du paradigme économique moderne, du développement et de la croissance

Le développement de l'économie de marché et l'extension du capitalisme ont engendré, au cours des siècles derniers, une prodigieuse accumulation de richesses économiques. La rétrospective proposée par l'OCDE dans (Maddison, 2001), à l'entrée du XXI^e siècle, fait ressortir la singularité de ce phénomène : alors que la richesse annuelle produite par personne à l'échelle du monde aurait cru de moins de 50% au cours des dix-huit premiers siècles de notre ère, en l'espace des deux derniers siècles celle-ci a été multipliée par plus de 10, tandis que la population mondiale était multipliée par six (Figure 1). Dans la majeure partie du monde, l'espérance de vie a doublé entre 1820 et 1999, atteignant en moyenne 78 ans dans les pays occidentaux (Maddison, 2001, p. 30).

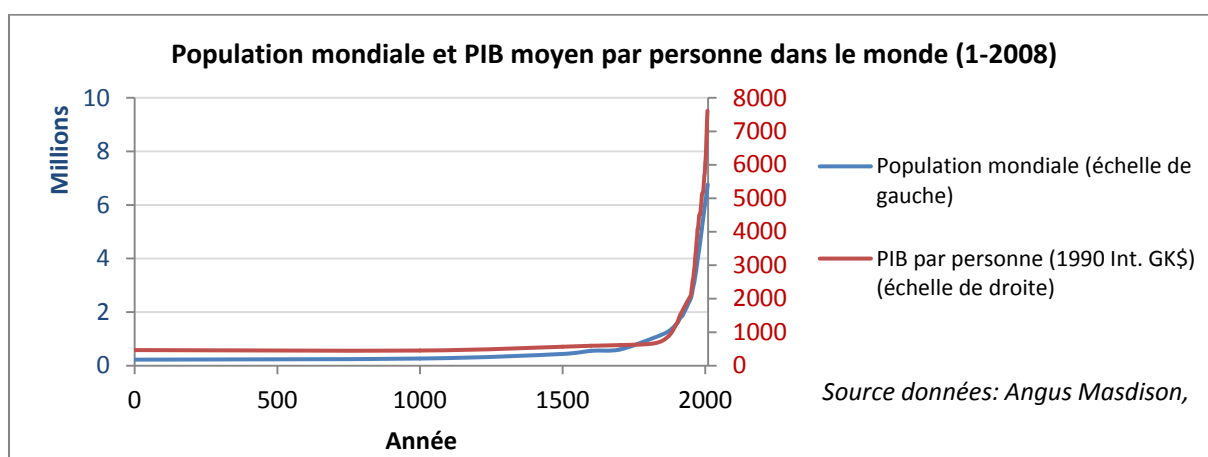


Figure 1 - Croissance de la population mondiale et de PIB moyen mondial par personne au cours des deux derniers millénaires ("Maddison Project," 2013)

Ces évolutions sans précédent se sont presque partout accompagnées de transformations sociales et culturelles profondes. Aujourd'hui, les activités économiques et les pratiques sociales d'une grande partie de la population mondiale reposent sur la structure et les logiques de l'économie de marché dans sa forme moderne globalisée. La France, 6^{ème} économie mondiale, fait partie des grands « gagnants » de cette épopée.

Mais derrière le panache de cette croissance statistique macroscopique, quelques ombres viennent noircir le tableau et suscitent des inquiétudes. La montée des inégalités (Piketty, 2013), à la fois à l'intérieur des Etats et entre les Etats, l'accroissement des tensions sociales, la hausse soutenue du chômage et la crise des dettes nationales, intensifiées par les instabilités du système économiques dont la crise de 2007 fournit un exemple éloquent, questionnent la pérennité de nos modèles socio-économiques. Modèles qui sont par ailleurs confrontés aujourd'hui à une crise culturelle profonde : les bouleversements rapides qui ont marqué la deuxième moitié du XX^e siècle se sont traduits par une fragilisation des liens sociaux et une perte de repères, qui débouchent de nos jours sur une crise du *sens*, laquelle prend la forme, au niveau politique, d'une crise de la démocratie. Enfin s'ajoutent d'autres enjeux, qui, appréhendés tout d'abord comme des « externalités » de manière isolée, révèlent désormais une crise multidimensionnelle complexe et globale : perte de biodiversité, changement climatique, modification des cycles géochimiques (e.g. cycles du nitrogène et du phosphore) (Rockström et al., 2009a), pollutions locales et globales multiples, surexploitation et raréfaction des ressources

naturelles, tensions géopolitiques autour de leur contrôle, etc., sont autant d'éléments qui invitent à reconsidérer le mode de développement des sociétés industrialisées.

Face à la diversité des enjeux, quelle voie privilégier ?

Entre d'une part, la volonté de préserver la compétitivité, de favoriser l'innovation, et de poursuivre la piste traditionnelle de la croissance, notamment pour résoudre le problème du chômage, et d'autre part, l'impératif de préservation de l'environnement, le politique hésite. Les évolutions récentes du droit Français en témoignent, avec la promulgation de la *Loi pour la croissance, l'activité et l'égalité des chances économiques*¹³ (Legifrance, 2015a), visant, entre autres, à « créer plus d'activité », à encourager la mobilité, et à « défendre le pouvoir d'achat » , suivie quelques jours plus tard de l'inscription d'un article de loi au code de l'environnement¹⁴ visant « en priorité [à] prévenir l'utilisation des ressources », « appelant à une consommation sobre et responsable des ressources naturelles et des matières premières primaires [...] à la prévention de la production de déchets, notamment par le réemploi des produits [...] » ou encore encourageant « l'allongement de la durée du cycle de vie des produits » (Legifrance, 2015b). Mais les deux objectifs sont-ils conciliables ?

Pour s'extraire d'un tel dilemme, certains avancent, dans la lignée du *développement durable*, dont l'ambiguïté laisse la voie ouverte à un large éventail d'interprétations, l'idée d'une *croissance verte*. L'OCDE (OCDE, 2011, p. 9) en propose la définition suivante :

« La croissance verte consiste à favoriser la croissance économique et le développement tout en veillant à ce que les actifs naturels continuent de fournir les ressources et les services environnementaux sur lesquels repose notre bien-être. Pour ce faire, elle doit catalyser l'investissement et l'innovation qui étayeront une croissance durable et créeront de nouvelles opportunités économiques. »

Dans cette perspective, croissance et protection de l'environnement iraient de pair, la protection de l'environnement étant perçue à la fois comme condition et comme opportunité de croissance, en tant que champ potentiel d'innovation. La nature y est perçue sous un angle instrumental. La croissance verte est donc présentée comme une solution *technique* aux enjeux économiques et environnementaux.

« Outside the box » : la Décroissance

Une autre proposition émerge toutefois dans le débat, portée par un mouvement encore jeune. Il s'agit de la *Décroissance*¹⁵, qui propose d'explorer des voies de solutions aux problèmes environnementaux, socio-économiques, culturels et politiques, *en dehors* du cadre de la croissance économique et de ses structures. Les idées portées par le mouvement qui s'en réclame s'inspirent de diverses sources et courants de pensée historiques, porteurs d'une longue tradition de critiques économiques, culturelles, physiques et écologiques de la croissance et du mode de développement des sociétés industrielles. Ses propositions sont multiples et variées. Elles reflètent des préoccupations de justice et de démocratie directe ou participative, et traduisent une forte sensibilité pour la question environnementale. Le mouvement de la Décroissance, encore marginal, suscite méfiance et curiosité. L'originalité et la radicalité de ses propositions déclenchent souvent des réactions passionnées, peu propices à l'instauration d'un débat constructif. La recherche dans ce domaine est encore peu développée.

Aussi, dans le cadre de ce travail de thèse, nous étudierons la possibilité de proposer une approche méthodique des questions que la Décroissance soulève, en particulier sous l'angle de la modélisation prospective. Il s'agira de voir dans quelle mesure cet outil pourrait apporter des éléments d'éclairage à une analyse systémique des propositions de la Décroissance.

¹³ LOI n° 2015-990 du 6 août 2015

¹⁴ Article L110-1-1 Créé par [LOI n°2015-992 du 17 août 2015 - art. 70](#)

¹⁵ Nous emploierons dans ce document une lettre majuscule pour la différencier du terme courant.

Contribution du travail et structure du document

Pour cela, notre travail sera organisé de la manière suivante :

Le [premier chapitre](#) proposera tout d'abord de resituer l'émergence récente de la Décroissance dans la controverse historique qui s'est développée, au cours de la deuxième moitié du XX^e siècle, autour de la croissance et du modèle de développement des pays industrialisés. Nous y mettrons notamment en avant les différentes sources ou courants de pensée dont s'inspire la Décroissance, et suggérerons une synthèse des idées et des propositions portées par ses partisans. Nous y verrons que ces dernières laissent en suspens un certain nombre de questions complexes, concernant notamment leurs conséquences socioéconomiques et environnementales potentielles, que l'importance des enjeux invite à approfondir au travers d'une approche prospective. Dans cette optique, nous discuterons alors, à travers le [chapitre 2](#), des modalités de déploiement d'un exercice de modélisation macroéconomique appliquée à la Décroissance, et présenterons la méthode générale que nous avons adoptée pour cette recherche. Celle-ci s'articule autour : (i) de la réalisation d'une série d'entretiens, dont le format sera présenté au [chapitre 3](#), qui visent à recueillir différentes visions détaillées et quantifiées de ce que pourraient être des scénarios de Décroissance, ou – plus largement– de transitions *souhaitables et soutenables*, notamment en termes de modes de vie et de consommation ; (ii) et du développement d'un modèle de simulation numérique *ad hoc*, au sein duquel seront implémentés ces divers scénarios. La description de ce modèle macroéconomique, assortie d'une discussion des cadres conceptuels et statistiques qui y sont mobilisés, fera l'objet du [chapitre 4](#). Enfin, le [chapitre 5](#) sera dédié à la présentation et à la discussion des résultats des simulations de plusieurs scénarios, dont ceux élaborés à partir des entretiens.

Bibliographie de l'introduction

- Legifrance, 2015a. Dossiers législatifs - LOI n° 2015-990 du 6 août 2015 pour la croissance, l'activité et l'égalité des chances économiques
<http://www.legifrance.gouv.fr/affichLoiPubliee.do?idDocument=JORFDOLE000029883713&type=general&legislature=14> (accessed 11.11.15).
- Legifrance, 2015b. Code de l'environnement
http://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do;jsessionid=3F5D369C387C04A100498EFE333967CD.tpdila23v_1?idSectionTA=LEGISCTA000006143732&cidTexte=LEGITEXT000006074220&dateTexte=20151111 (accessed 11.11.15).
- Maddison, A., 2001. The World Economy a Millennial Perspective. OECD Pub. and OECD Development Centre, Paris.
- Maddison Project, 2013. <http://www.ggdc.net/maddison/maddison-project/home.htm> (accessed 11.10.15).
- OCDE, 2011. Vers une croissance verte, Études de l'OCDE sur la croissance verte. Éditions OCDE.
- Piketty, T., 2013. Le capital au XXI^e siècle, SEUIL. ed. Seuil.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, A., 2009. Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. Ecol. Soc. 14 (2) : 32.

Chapitre 1 – De la controverse historique autour de la croissance à l'émergence de la Décroissance

Depuis le début du XXI^{ème} siècle, l'hégémonie de la croissance économique comme fin en soi ou comme condition nécessaire au « développement » semble de plus en plus remise en cause. Suscitant un intérêt croissant et de vifs échanges, l'idée de Décroissance ou « d'objection de croissance » s'est diffusée rapidement et a acquis une certaine notoriété, constituant pour de nombreux intellectuels et militants – qu'ils y adhèrent ou non – une réflexion « sérieuse ». Derrière un slogan provocateur se cache désormais une vaste mouvance hétéroclite, porteuse d'une critique globale et radicale – au sens étymologique du terme – de la société de croissance et du « développement ». Articulation originale et complexe de divers courants de pensée dont les origines sont parfois anciennes, la Décroissance vise à proposer des pistes concrètes pour une « après-croissance », pour un « après-développement ». Le mouvement est encore jeune, en construction, et le projet qu'il porte reste de ce fait délicat à définir.

Déjà convient-il de préciser, contrairement à ce que le terme « Décroissance » peut laisser penser, qu'il ne s'agit pas d'un simple appel à faire décroître le produit intérieur brut (PIB), ni d'une simple critique de cet indicateur statistique. Pour appréhender la portée de la critique de la croissance que la Décroissance propose, il faut comprendre la notion de « croissance » dans son acceptation large et polymorphique: non seulement dans le sens strictement économique de l'évolution d'un indicateur statistique agrégé de production, mais aussi et surtout, comme le principe organisateur d'un système technico-économique, dont la mise en place et le maintien a relevé et relève encore d'un imaginaire particulier (Castoriadis and Murphy, 1985) : un imaginaire qui renvoie notamment à la conception courante du *progrès*, du *bien-être*, ou encore à la notion communément admise de *développement*.

Pour comprendre la nature de cet imaginaire, et – en partie – la manière dont il s'est constitué, nous proposons dans ce chapitre de revenir dans un premier temps sur la controverse historique autour de la croissance, qui s'est développée au cours de la deuxième moitié du XX^e siècle. La grille de lecture proposée reste inévitablement partielle et discutable, et ne saurait refléter les influences et les interférences multiples à l'œuvre dans l'histoire : notre objectif ici est surtout de mettre en relief plusieurs critiques qui furent adressées à l'encontre de la croissance et du développement, mais qui, à l'époque, furent le plus souvent marginalisées. Dans un deuxième temps, nous verrons comment, depuis le début du XXI^e siècle, ces critiques se réactualisent dans le cadre du mouvement de la Décroissance, qui en propose une articulation nouvelle.

1. L'imaginaire du développement et de la croissance

Il est possible de retrouver dans la critique culturelle que porte la Décroissance quelques échos des oppositions que l'entrée dans « l'industrialisme¹⁶ » a vu naître dès le début du XIX^{ème} siècle. Si celles-ci furent nombreuses, elle furent le plus souvent folklorisées par l'idéologie dominante, et qualifiées soit d'utopistes, soit de réactionnaires (on peut citer parmi les plus célèbres, le mouvement des luddites en Angleterre en 1811-1812,

¹⁶ Le terme « industrialisme » renvoie ici à l'idéologie accompagnant le développement du capitalisme industriel à partir du début du XIX^{ème} siècle, reposant sur la croyance que le bonheur de la société passe par la croissance de la production, cela grâce au développement des techniques. Il s'agit là d'une idéologie de l'émancipation, d'où la difficulté et l'aversion encore fortement rencontrée aujourd'hui pour la remettre en cause...

ou la révolte des Canuts en 1831, contre l'introduction des machines, la perte d'un savoir-faire, et au nom d'une certaine qualité de production ; ou encore la naissance du courant naturianiste à la fin du XIX^{ème} siècle, la critique du machinisme par Georges Duhamel dans les années 1930, qui préfiguraient celle de la technique par Bernard Charbonneau et Jacques Ellul). C'est sans doute l'entrée dans l'ère du « développement » vers le milieu du XX^{ème} siècle qui a le plus précipité les changements à l'origine des critiques et de la controverse qui nous intéressent ici.

1.1. L'invention d'une idéologie du développement

Pour Arturo Escobar (2012) comme pour Gilbert Rist (Rist, 2001), bien que le terme « développement » soit déjà apparu auparavant dans la littérature officielle internationale¹⁷, c'est dans l'effervescence géopolitique de l'après-guerre que la notion de « développement », telle qu'elle est aujourd'hui communément utilisée, a été *inventée* ; plus spécifiquement, il faudrait voir dans le « Point IV » du discours d'investiture du second mandant du président Truman, prononcé le 20 janvier 1949, son acte d'inauguration¹⁸. L'énonciation particulière du discours mérite qu'on en convoque ici quelques extraits :

"[...] Fourth, we must embark on a bold new program for making the benefits of our scientific advances and industrial progress available for the improvement and growth of underdeveloped areas. More than half the people of the world are living in conditions approaching misery. Their food is inadequate. They are victims of disease. Their economic life is primitive and stagnant. Their poverty is a handicap and a threat both to them and to more prosperous areas.

[...]

I believe that we should make available to peace-loving peoples the benefits of our store of technical knowledge in order to help them realize their aspirations for a better life. And, in cooperation with other nations, we should foster capital investment in areas needing development.

Our aim should be to help the free peoples of the world, through their own efforts, to produce more food, more clothing, more materials for housing, and more mechanical power to lighten their burdens.

[...]With the cooperation of business, private capital, agriculture, and labor in this country, this program can greatly increase the industrial activity in other nations and can raise substantially their standards of living.

[...] What we envisage is a program of development based on the concepts of democratic fair-dealing.

[...] Greater production is the key to prosperity and peace. And the key to greater production is a wider and more vigorous application of modern scientific and technical knowledge." ("Truman Inaugural Address, January 20, 1949," n.d.)

Dans ce discours, en introduisant pour la première fois dans le registre officiel la notion de *sous-développement* (« *underdeveloped areas* »), une vision du monde inédite était proposée, dans laquelle l'ancienne hiérarchie entre pays colonisateurs et colonisés laissait place à une nouvelle dichotomie entre pays « développés » et « sous-développés » (Rist, 2001). Derrière ce clivage, la continuité substantielle entre *développement* et *sous-développement* incitait à une conception linéaire et évolutionniste de l'histoire, induisant une asymétrie à la

¹⁷ On peut notamment retrouver sa mention dans l'article 22 du pacte de la Société des Nations, qui instaurait, au lendemain de la 1^{ère} guerre mondiale, le « système des mandats » : la notion de « degré de développement », qui reflète bien le paradigme évolutionniste dominant à l'époque, était convoquée pour établir un classement entre différentes nations, en fonction duquel différencieraient les mandats. Les nations occidentales industrialisées et « développées », placées au sommet de ce classement, se voyaient attribuées une autorité et une responsabilité sur les possessions territoriales des États vaincus.

¹⁸ « Voilà donc bien des raisons de considérer le Point IV comme l'acte inaugural d'une nouvelle ère. Non pas que la réalité soit créée par les mots, mais parce que certaines formes du discours traduisent plus fidèlement que d'autres la réalité en train de se faire, parce que certains textes parviennent mieux que d'autres à mettre en évidence l'épistémè d'une époque. Enfin, et c'est l'aspect performatif du texte, parce que le pouvoir ne consiste pas nécessairement à transformer la réalité, mais à la problématiser différemment, à en proposer une nouvelle représentation pour provoquer l'illusion du changement. Tout cela est ici réuni et marque par conséquent un moment important dans l'incessante réinterprétation de la métaphore de la croissance : le pouvoir appartient toujours à celui qui sait se rendre maître des mots » (Rist, 2001, chapitre 4).

fois normative et discursive entre pays « développés » et pays « sous-développés », les premiers étant « en avance », et se positionnant en modèles pour les seconds « en retard », qui n'auraient rien d'intéressant à proposer (Bayon et al., 2010).

Par ailleurs, comme le soulève Rist (Rist, 2001), définir le « sous-développement » sur un mode quantitatif comme état de manque et de rareté instaure l'idéologie de l'économicisme¹⁹ et laissait apparaître l'accélération de la croissance économique comme seule solution logique pour réduire les écarts. Dès lors, le Produit National Brut²⁰ (PNB), notion élaborée au cours des années 40 lorsque se généralisaient les techniques de comptabilité nationale, allait s'imposer implicitement comme norme, sa mesure mathématique passant pour garante de scientificité et d'objectivité. Le « développement », présenté alors comme un ensemble de mesures techniques (utilisation du savoir scientifique, « accroître l'activité industrielle », la production, les échanges...)²¹, se positionnait ainsi en dehors du débat politique. Déjà, développement et croissance économique se trouvaient étroitement associés l'un à l'autre. Cette relation de consanguinité entre les deux notions, à la limite de la synonymie, sous-tendra, comme nous le verrons, le paradigme occidental dominant au cours des cinq décennies suivantes.

Le « Point IV » du discours d'investiture de Truman marquait ainsi le début du projet mondial de « développement », qui allait se traduire par la mise en place progressive, entre la fin des années 1950 et le début des années 1960, d'un cadre politique et institutionnel spécifique²². Cette période s'accompagnait en parallèle d'un travail d'élaboration théorique qui, se constituant en corpus distinct dans le champ économique, allait servir de fondement idéologique pour les politiques de « développement ».

1.2. Les premières théories du développement comme projet et programme universels

On peut tout d'abord distinguer, parmi les premières élaborations théoriques autour de la notion de développement, celles qui voient dans l'industrialisation, dans la croissance de la production, de l'activité économique et des échanges, un vecteur de progrès.

1.2.1. Les théories du développement linéaire

Parmi les approches qui ont le plus façonné le climat idéologique dominant de l'époque, il convient de citer celles du développement linéaire, pour lesquelles le développement serait fondé sur un processus d'accumulation²³ qui permettrait pour tout pays de passer d'une société « traditionnelle » dont l'économie serait dominée par le secteur primaire, à une société industrialisée « moderne » et « prospère », dans laquelle la valeur ajoutée économique proviendrait essentiellement des secteurs secondaires et tertiaires. Le sous-développement serait ainsi en quelque sorte une question de *retard*, lié à des difficultés d'accumulation.

¹⁹ Pour Rist, la rareté est au fondement de la « science » économique, qui la pose en donnée naturelle, plutôt qu'en construction sociale, et envisage de la combattre, tout en présupposant que l'être humain a des besoins illimités (Rist, 2010a, 2001, chapitre 4)

²⁰ Le PNB constitue un agrégat statistique reflétant la valeur ajoutée produite par les résidents d'un pays que ce soit sur le territoire national ou à l'étranger, celle-ci étant évaluée en termes monétaires.

²¹ Ce qui, comme le souligne Rist, n'est pas idéologiquement neutre, une technique étant toujours rattachée à une culture, à la société qui l'a produite.

²² Mise en place en 1949 du Programme élargi d'assistance technique des Nations Unies qui deviendra le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD) en 1965 ; Fond Spécial des Nations Unies (FSNU) pour le développement économique en 1958 ; Association Internationale de Développement (AID) en 1960 ; Conférence des Nations Unies sur le Commerce et le Développement (CNUCED) en 1964 ; etc.

²³ La logique du processus d'accumulation repose en particulier sur les travaux des économistes post-keynésiens Roy Forbes Harrod et Evsey Domar, qui, dans les années 40, ont pour la première fois formalisé les mécanismes économiques qui lieraient épargne, investissement et croissance. Selon le modèle Harrod-Domar, la mobilisation de l'épargne domestique et étrangère est nécessaire afin de générer un investissement suffisant pour engendrer la croissance. Le modèle Harrod-Domar a ainsi servi de fondement à la théorie du « big push » qui plaide pour une aide massive aux pays pauvres qui disposent de peu d'épargne. Ce modèle économique a jeté les bases des théories modernes de la croissance.

Dans cette veine, Ragnar Nurkse (1953) exposait en 1953 sa théorie du « cercle vicieux de la pauvreté », selon laquelle un faible revenu réel engendre une faible capacité d'épargne qui résulte en une faible accumulation voire un manque de capital, ce qui limite le niveau de productivité, et par conséquent le niveau de revenu réel, et ainsi de suite. Les faibles revenus se reflétant par ailleurs dans un faible niveau de demande interne, cela rend impossible le lancement de projets d'investissements rentables susceptibles de déclencher un processus de croissance et de « développement ». En définitive, pour Nurkse, les pays sont pauvres...car ils sont pauvres, et la seule issue consisterait en un apport de capitaux étrangers.

L'analyse la plus influente parmi les approches linéaires reste probablement la théorie évolutionniste de Walt Whitman Rostow, auteur, entre autres, de *The process of economic growth* (Rostow, 1956) et de *The Stages of Economic Growth : A non-communist manifesto* (Rostow, 1960). Pour W.W. Rostow, « à considérer le degré de développement de l'économie, on peut dire de toute société qu'elle passe par l'une des cinq phases suivantes : la société traditionnelle, les conditions préalables au décollage, le décollage, la marche vers la maturité et la consommation de masse »²⁴ (Rostow, 1963). L'instauration et le maintien de la croissance économique y occupent ainsi une place centrale.

D'autres approches, à l'époque, ont néanmoins aussi exercé une influence notable. C'est le cas, par exemple de l'approche dite intersectorielle, ou du changement structurel, portée notamment par les travaux de W. Arthur Lewis (1954), souvent considérés comme fondateurs pour l'économie du développement, qui soulèvent une question d'ordre structurelle: celle de la dualité de l'économie dans les pays « sous-développés ». C'est-à-dire de la coexistence d'un secteur traditionnel (de subsistance, agricole et informel, ce qui rend difficile son pilotage par l'Etat) prédominant au départ, caractérisé par un surplus de main d'œuvre, et d'un secteur « moderne » (industries capitalistes). Pour Lewis, le « développement » passe par la migration du surplus de main d'œuvre du secteur traditionnel vers le secteur moderne qui tirerait l'économie, les profits du secteur moderne²⁵ permettant, s'ils sont réinvestis, l'accumulation de capital nécessaire à la croissance, à condition d'éviter la pénurie dans le secteur agricole. Le modèle de Lewis a par la suite été repris et développé par John Fei et Gustav Ranis (1964), qui souligneront le rôle du secteur de subsistance et de l'innovation pour prôner un sentier de croissance « équilibrée ». Ainsi, dans le modèle de Lewis tout comme dans celui de Rostow, le « développement » est fondamentalement entendu comme l'expansion d'un noyau capitaliste, et l'instauration d'une économie de croissance.

1.2.2. Les théories du développement d'inspiration marxiste

L'hégémonie des théories linéaires et évolutionnistes du développement, qui marquaient le climat idéologique des années 1950, allait cependant être remise en question par l'émergence de plusieurs courants critiques au cours de la décennie suivante. Dans les années 1960, les réactions aux théories évolutionnistes se sont principalement structurées autour de deux écoles de pensée : le néo-marxisme aux Etats-Unis, et l'école de la dépendance, en Amérique latine principalement, mais qui connaîtra une diffusion remarquable en Europe et aux Etats-Unis, bien qu'aucune politique concrète ne s'en inspirera.

²⁴ Cette théorie de la « modernisation rostowienne » a fait l'objet de nombreuses critiques. Tout d'abord, suivant la vision de W. W. Rostow, il n'existerait aucune étape préalable à la société traditionnelle au sous-développement, ce qui, en plus d'être contraire aux faits, revenait à priver les sociétés du Sud de leur propre histoire. Symétriquement, comment envisager un stade final d'évolution alors que la croissance est supposée infinie ? En outre, cette théorie suivant laquelle toute société est appelée à traverser différentes étapes pour atteindre le stade de consommation de masse à l'image des Etats-Unis à l'époque, relève d'une vision particulièrement linéaire de l'histoire. En généralisant l'histoire de l'épopée occidentale, la conception rostowienne de la modernisation et du développement se réduisait à une forme d'occidentalisation. Universaliser ce cas particulier revenait non seulement à nier les spécificités de chaque société, mais aussi à négliger l'importance de l'environnement et des rapports de force dans leur évolution : comme si la présence de grandes puissances économiques et industrielles ne modifiait pas radicalement les conditions d'évolution des pays du sud. (Rist, 2001)

²⁵ L'excédent structurel de main d'œuvre dans le secteur traditionnel pèse sur les niveaux de salaire, ce qui permet de dégager du profit.

Selon le courant néo-marxiste, le jeu des concentrations entraîne l'apparition de grandes firmes, et la transition d'un capitalisme « concurrentiel » vers un capitalisme « monopoliste » (Baran and Sweezy, 1968) . Ces grandes firmes deviennent capables de contrôler le marché et les prix qui ne baissent plus, malgré des gains de productivités considérables, entraînant ainsi l'accumulation constante d'un énorme surplus que la demande effective ne peut absorber suffisamment, et qui se concentre dans les mains de la classe dominante. Le «développement» passerait alors par l'espoir d'une révolution socialiste mondiale et l'abandon du capitalisme. En remplaçant l'histoire par une philosophie de l'histoire (Rist, 2001), à travers laquelle la « libération des forces productives » est implicitement entendue comme un progrès, une telle théorie confortait aussi l'idée du bien-fondé de la croissance économique.

La théorie de la dépendance²⁶, ancrée dans le courant marxiste constitue quant à elle une variation sur le concept d'impérialisme économique. Elaborée tout d'abord à partir de l'analyse du cas des pays latino-américains, elle affirme une dépendance des pays du Tiers-Monde qui constituent la périphérie, vis-à-vis d'un centre capitaliste représentant les pays industrialisés occidentaux. Cette dépendance peut-être commerciale, technologique, financière, culturelle, sociale, elle résulterait à la fois de causes externes (dégradation des termes de l'échange, transferts de technologie, exploitation des richesses de la périphérie par les grandes puissances économiques via les multinationales...) et internes (dépendance externe relayée à l'intérieur de la périphérie par la domination de classes ou alliances de classes ralliées aux intérêts capitalistes). Le « sous-développement » est perçu comme la conséquence du processus *historique* mis en place par les pays du centre (et remontant à la colonisation), qui serait inhérent au capitalisme et qui, rendant l'échange fortement inégal, a débouché sur la dépendance de la périphérie. Cette dépendance serait, suivant les auteurs, entretenue plus ou moins volontairement par les pays du centre dont l'enrichissement et le « développement » reposeraient sur l'exploitation de la périphérie. Ainsi, le « développement » de la périphérie serait impossible sans une modification profonde des relations économiques avec le centre. La théorie de la dépendance avait le mérite d'offrir une vision historico-structurale des transformations de la périphérie et des causes du « sous-développement », et de faire apparaître les mécanismes à la fois internationaux et nationaux d'appropriation du surplus. Mais sans interroger les aspects culturels du « développement », elle ne remettait pas en question l'économicisme, ni l'idée de croissance comme condition d'accès au « développement », l'objectif de « modernisation » et d'industrialisation étant là encore maintenu.

D'autres théories et modèles économiques du « développement » émergeront. Celles-ci se tourneront par exemple, après les travaux de Daniel Bell sur la société « post-industrielle » (Bell, 2008), vers le rôle du savoir et de la connaissance dans le processus économique. Mais de manière générale, en se fondant sur le postulat de spécificités communes à l'ensemble des pays « sous-développés », ainsi que sur l'hypothèse selon laquelle les principaux traits du « développement » devraient être communs à toutes les sociétés – et impliquer entre autres un processus de croissance économique–, en négligeant la diversité du réel, les théories et les modèles généraux du développement ne pouvaient qu'échouer à prendre en compte les particularités nationales, ce qui contribuera à leur morcellement progressif au cours des décennies suivantes.

²⁶ Parmi les théoriciens de la dépendance, on peut citer par exemple Samir Amin, Sergio Bagú, André Gunder Frank, Fernando Henrique Cardoso, Celso Furtado, Raul Prebisch et Christian Palloix, etc.

1.3. Les premières critiques et positions alternatives sur le développement

L'idée d'un « développement » fondé sur l'industrialisation, le développement des techniques, la croissance de l'activité économique, de la consommation, et du commerce international a cependant assez tôt fait l'objet de diverses critiques. Celles-ci adoptaient différentes perspectives : elles concernaient d'une part le discours normatif proposé aux pays « hors-développement » ; et d'autre part le fait social du développement et ses conséquences telles qu'elles s'observaient dans les pays « développés », soulignant l'ambivalence de cette période de forte croissance économique que Fourastié (1998) nommera *a posteriori* « les trente glorieuses ».

1.3.1. La critique de l'idéologie normative du développement

1.3.1.1. La pensée gandhienne et « l'autonomie sociale » (ou « self-reliance »)

A l'époque, le seul véritable débat remettant en cause le bien-fondé du modèle occidental eut lieu en Inde, avec Mohandas Karamchand Gandhi, qui en avait très tôt développé une critique, notamment dans son livre *Hind Swaraj or Indian home rule* (Leur Civilisation et notre délivrance) (Gandhi, 2009(1909)). Gandhi, basant sa pensée sur les principes de *swadeshi* (auto-suffisance) et de *sarvodaya* (amélioration des conditions de tous) prônait l'autosuffisance villageoise : « [d]e l'individu à la nation, chaque niveau (la famille, le village, la région, etc.) doit s'efforcer de se procurer le nécessaire de manière autonome, quitte à recourir, par cercles concentriques, au niveau supérieur pour obtenir ce qu'il ne peut produire lui-même sans que le cercle le plus grand n'impose sa loi au plus petit.. Dans ce système, l'industrie est tolérée pour autant qu'elle soit nationalisée et ne réduise pas les possibilités d'emploi ; la division du travail créatrice de chômage était limitée ; de même la bureaucratie doit être réduite au strict minimum puisqu'elle risque toujours d'imposer ses vues et de mépriser les initiatives de la base. Enfin le commerce international doit être réservé à l'obtention de biens, jugés indispensables, qui ne peuvent être produits dans le cadre de la nation, pour limiter la dépendance[...] » (Rist, 2001). Son économie morale refusait par ailleurs l'accumulation au-delà du nécessaire afin d'éviter toute forme d'exploitation, selon l'adage qu'on lui attribue : « vivre plus simplement pour que tous puissent simplement vivre ». La stratégie de Gandhi, assassiné en 1948, ne sera jamais appliquée, l'Inde se lançant dans une voie différente dès son indépendance (grands travaux et projets industriels, construction de centrales électriques, routes, barrages, etc.).

Toutefois, l'influence de la pensée gandhienne se retrouvera dans les principes de « l'autonomie sociale », ou « self-reliance ». Cette voie prônait entre autres : la prise en compte de la diversité culturelle et le refus de l'imitation de modèles de « développement » importés, la redéfinition des priorités économiques pour la production de biens utiles à la population, l'utilisation prioritaire de facteurs de production disponibles localement et leur contrôle démocratique, et l'objectif d'autosuffisance en ressources alimentaires et stratégiques, permettant une décentralisation de l'économie. Les principes de la « self-reliance » furent repris notamment par le président tanzanien Julius Nyerere dans la déclaration d'Arusha du 5 Février 1967, dans laquelle il prônait une forme de socialisme humaniste basé sur une stratégie de dissociation par rapport au système économique international, une modération de l'industrialisation, un retour à la terre, une méfiance vis-à-vis de l'aide étrangère, et un refus de la centralité de l'argent. On les retrouvera également à travers la déclaration de Cocoyoc²⁷ de 1974, puis dans le rapport « *Que Faire ?* » de la fondation Dag Hammarskjöld

²⁷ La déclaration de Cocoyoc fut publiée à l'issue d'un symposium PNUE / CNUCED sur le thème de « l'utilisation des ressources, de l'environnement, et des stratégies de développement » et présidé par des personnalités issues de pays « en développement ». Le texte condamne l'ordre économique basé sur l'économie de marché, les modèles de développement sur-consommateurs des pays « riches » et l'orientation de la croissance économique, inapte à réduire les disparités entre et au sein des pays. Il propose une redéfinition des buts du développement, allant au-delà de la satisfaction des besoins fondamentaux, et reprend la notion de « self-reliance ». La déclaration prône enfin une gestion des ressources et de l'environnement à un niveau global, devant respecter le principe de souveraineté nationale sur les ressources, et redéfinissant les rapports Nord-Sud. La déclaration de Cocoyoc n'eut qu'un faible impact. Elle reste néanmoins considérée comme l'un des textes importants de l'écologie politique.

(1975), publié par l'UNESCO en 1975. Celui-ci proposait notamment de réorienter le développement vers la satisfaction des besoins essentiels et l'élimination de la misère, sur la base de la « self reliance ». Il prônait également la prise en considération des « *limites et [du] potentiel de l'environnement* », ce qui, pour les pays industrialisés, devait se traduire par un mode de vie plus sobre, moins énergivore. Remettant en question certains dogmes économiques tels que le caractère « naturel » des lois économiques, l'efficacité du marché, mais aussi le bien-fondé de la croissance, il offrait enfin quelques propositions concrètes visant à réduire les excès de la société de consommation. Plutôt en « décalage » par rapport au discours dominant à l'époque, ce rapport n'aura finalement qu'un faible retentissement officiel.

1.3.1.2. Dudley Seers et les limites d'un « cas particulier »

En parallèle d'autres voix dissidentes se sont élevées vers la fin des années 1960. Par exemple, l'économiste britannique Dudley Seers, dans l'article « The limitation of the special case » (Seers, 1967), contestait la prétention universelle de l'économie, et invitait à la considérer davantage comme une discipline locale, soulignant que l'économie dominante, telle qu'enseignée dans les universités, s'était construite sur l'analyse du cas particulier des pays « développés », et qu'elle était par conséquent inapplicable au cas des pays « sous-développés ». En insistant sur les différences fondamentales qui existaient entre pays industrialisés et non industrialisés, il démontrait que les agrégats utilisés par les économistes étaient inadéquats pour les pays « sous-développés », et insistait sur la nécessité de prendre en considération l'environnement économique mondial dans lequel évoluaient les pays. Toutefois, probablement trop hétérodoxe pour l'époque, cet article restera ignoré par la plupart des économistes. En 1969, dans un article intitulé « *The Meaning of Development* » (Seers, 1969), il remettait en cause le « fétichisme de la croissance » qui sous-tendait les théories du développement ; « développement » qui selon lui devrait consister en un phénomène social impliquant avant tout l'élimination de la pauvreté, du chômage et des inégalités, ne se limitant pas à une simple augmentation de la production par personne.

1.3.2. Les critiques économiques du développement dans les pays « développés »

Les critiques du discours, des théories et des *visions normatives* du « développement », de *ce en quoi il devrait consister* pour les pays encore « hors développement » restèrent toutefois assez marginales dans un premier temps. Mais en parallèle, sur cette même période, se développait également dans les pays « développés » une dénonciation et une remise en cause du processus réel, *constaté*, du « développement » occidental, avec ce qu'il implique de transformations institutionnelles, organisationnelles, techniques, économiques, sociétales et politiques.

En ce qui concerne cette critique du développement occidental, « réel », trois axes de critique principaux (mais pas nécessairement indépendants) peuvent être distingués : une critique économique de la croissance, une critique culturelle portée entre autres sur le phénomène technique, ainsi qu'une critique environnementales, portée par des mouvements écologistes, et sur laquelle nous reviendrons plus tard.

1.3.2.1. K. W. Kapp et les effets (pas si) secondaires de la croissance

L'économiste germano-américain Karl William Kapp fut, dans les pays occidentaux, l'un des premiers à remettre en question le bien-fondé de la croissance économique. Sa critique mettait notamment en avant l'absence de prise en compte des effets indésirables des processus de production sur la société et l'environnement. Il s'agit donc en quelque sorte d'une critique de la mesure de la croissance (van Griethuysen et al., 2003). Dans son ouvrage *The social cost of Private Enterprise* (Kapp, 1950) (et sa deuxième édition *Social Costs of Business Enterprise*, Kapp, 1963), dont la publication n'a eu que peu d'écho à l'époque, Kapp souligne le fait que les mécanismes de marché conduisent les agents économiques à négliger dans leur calcul économiques tout ce qui ne relève pas directement de la comptabilité privée (van Griethuysen et al., 2003, p. 11). Il met en avant l'importance des effets indésirables (« *social costs* ») de l'activité économique qui en résulte, dont notamment : le gaspillage et l'épuisement des ressources non-renouvelables ; la surexploitation des ressources renouvelables par laquelle l'humain limite ses propres possibilités de croissance future ; la

pollution de l'air, de l'eau et leurs effets sur la santé humaine ; les phénomènes de congestion dans les agglomérations ; ainsi que diverses conséquences socio-économiques, comme le chômage, les conditions de travail insalubres et les accidents du travail, l'instabilité économique, l'obsolescence des connaissances et des compétences causée par le changement technologique, l'obsolescence programmée des biens de consommations et les gaspillages liés à la multiplication des marques et à l'absence de standards, la pression psychoculturelle exercée sur le public pour l'encourager à acheter de nouveaux produits, etc. Il s'agit là de la première discussion aussi approfondie des effets du système productif industriel sur l'environnement dans la littérature économique (Huetting, 1980, p. 89). Pour Kapp, la nature hétérogène de ces effets et la complexité des interactions entre système économique et milieu éco-social rend impossible ou inacceptable leur réduction à la dimension monétaire (et donc leur « internalisation »). Par ailleurs, il souligne que les dépenses nécessaires pour limiter les impacts négatifs des activités économiques sont comptabilisées dans les indicateurs économiques traditionnels (comme le produit national brut), au même titre que des coûts de production normaux ou des investissements, quand bien même ils ne correspondent à aucune création de richesse nouvelle à proprement parler. Kapp met par ailleurs en évidence le caractère circulaire et cumulatif de ces effets, les inégalités étant sources de coûts environnementaux et sociaux, qui affectent davantage les pauvres que les riches, ce qui renforce en retour les inégalités. Son analyse posait déjà les bases des réflexions qui allaient plus tard se déployer dans le courant de l'économie écologique.

1.3.2.2. *J. K. Galbraith et la critique de la « société d'opulence »*

A la fin des années 1950 émerge également une critique de la société de consommation, développée par exemple sous l'angle socio-économique par John Kenneth Galbraith à travers son essai « The affluent society » (Galbraith, 1998(1958)). Dans celui-ci, l'auteur analyse les mécanismes de la société de consommation, par lesquels les entreprises créent les désirs et la demande, alors que l'utilité marginale de l'accroissement de production diminue. Il déplore la dévalorisation du secteur public par rapport au secteur privé, et surtout, pointe du doigt l'incapacité de la croissance économique à résoudre divers problèmes de société, au premier rang desquels, la pauvreté. Sa critique porte également sur l'utilisation du Produit National Brut (PNB) comme indicateur de progrès, celui-ci ne rendant pas compte de la nature de la production et de son utilité, ni de critères de qualité de vie, comme le fonctionnement de services collectifs, du système éducatif ou la qualité de l'air, etc.

1.3.2.3. *E. J. Mishan et les coûts de la croissance économique*

La question des coûts de la croissance soulevée par Kapp sera reprise, plusieurs années après, par d'autres économistes, et notamment par E. J. Mishan²⁸, qui publiera en 1967 son livre *The cost of economic growth* (Mishan, 1993(1967)), lequel connaîtra un certain succès, y compris en dehors de la sphère des économistes. Dans cet ouvrage, l'économiste britannique y condamne notamment la poursuite de la croissance de la production dans les sociétés industrialisées par la création de nouveaux désirs de consommation et l'encouragement à ne pas se satisfaire des produits existants, rejoignant ainsi la critique de la société de consommation. Outre les dégradations environnementales liées à la croissance de la production et aux changements technologiques, il critique également leurs impacts psychologiques, sociaux, esthétiques ou culturels : stress, dépendance à la technologie, congestion du trafic et accroissement des distances avec le développement de l'automobile et de l'avion, fragmentation du tissu social, omniprésence du bruit, etc., dont personne ne prend la responsabilité. Autant de « couts sociaux » qui, selon lui, s'ils ne sont pas quantifiables, remettent en question les bénéfices de la croissance économique. Le développement de la problématique des « externalités » de la croissance donnera par la suite lieu à la recherche autour de nouveaux indicateurs comptables visant à les « internaliser ».

²⁸ Les travaux de Kapp ne sont toutefois pas mentionnés dans l'ouvrage de Mishan.

1.3.3. La critique culturelle de la Technique et de la société industrielle

Par ailleurs, en parallèle de cette critique économique, se développait une critique culturelle plus large, interrogeant notamment *la technique* au sens large, et de son « progrès », dont le début du XIX^{ème} siècle portait déjà les germes. De ce deuxième courant, mentionnons ici quelques-uns des principaux protagonistes.

1.3.3.1. L. Mumford et le mythe de la machine

Aux Etats-Unis, l'historien des sciences, de la technologie, de l'architecture et de l'urbanisme Lewis Mumford publiera plusieurs ouvrages au cours de la décennie 1960 (dont *Le mythe de la machine* Mumford, 1974, 1973) en 1973 et 1974), qui prolongeront sa réflexion déjà initiée dans les années 1930 (dans *Technique et civilisation de 1934*), et à travers lesquels il critique l'expansion des villes (qui leur font perdre leurs avantages initiaux, à savoir leur capacité à faire communauté, et la possibilité par leur concentration d'économiser temps et énergie) ou encore la tendance propre à la technologie moderne à la croissance continue de la production et à l'obsolescence, qui va à l'encontre de l'efficacité sociale et de la satisfaction humaine. La centralisation des lieux de décision et de production qui a rendue possible la croissance irait à l'encontre du maintien d'un lien politique effectif entre la population et les responsables politiques, ce qui lui fait craindre la perte de la maîtrise de leurs conditions de vie par les citoyens. Le développement de systèmes techniques complexes engendrerait quant à lui la perte de la maîtrise des outils techniques.

1.3.3.2. Charbonneau et Ellul, la critique du système technicien et de sa rationalité

En France, la critique de la Technique sera surtout portée par Bernard Charbonneau et Jacques Ellul, sous un angle toutefois plus fondamental. Ce dernier, dans son essai *La technique ou l'Enjeu du siècle*, paru en 1954, puis dans *Le Système technicien* (1977) et *Le bluff technologique* (1988), avance la thèse d'une interdépendance des techniques modernes constituées en système, et d'une autonomisation de 'la' Technique, qui, obéissant à ses propres lois et soumettant l'humain à ses impératifs, est devenue le principe organisateur de la société dans son ensemble. Dans sa conception, la Technique procède de « *la préoccupation de l'immense majorité des hommes de notre temps de chercher en toute chose la méthode absolument la plus efficace* » (Ellul, 1990(1954)) : dans cette perspective, sa critique ne s'arrête pas au machinisme, mais s'étend également à toutes les méthodes d'organisation de la vie sociale, y compris les méthodes de travail, les bureaucraties, etc. Pour Ellul, en se développant, la technique a changé de nature : d'un simple intermédiaire entre l'humain et son environnement, elle est devenue milieu environnant à part entière, et par là a été sacralisée, substituant alors en tout lieu la recherche de l'efficacité aux anciennes valeurs.

1.3.3.3. H. Marcuse et l'uniformisation des individus par la société industrielle

Dans *One dimensional Man* (Marcuse, 1968(1964)), Herbert Marcuse développera la thèse selon laquelle la société industrielle avancée et la rationalité technologique intègre les individus au système de production et de consommation de masse à travers la création de besoins illusoire, résultant en un univers conformiste, uniforme, où l'esprit critique et la contestation sont écartés pour laisser place à une pensée et à des comportements « unidimensionnels ».

1.3.3.4. I. Illich, la convivialité contre le monopole technologique et la contre-productivité du développement

Il faut aussi mentionner ici les écrits d'Ivan Illich, qui deviendra plus tard l'une des principales sources d'inspiration du mouvement de la Décroissance. A travers son œuvre, Illich souligne la contre-productivité du développement, et des « outils » des sociétés modernes industrielles. Il faut entendre ici le concept d'*outil* dans un sens très large, comme tout type de moyen employé pour servir une finalité : il peut ainsi s'agir d'un moyen technique (par exemple l'automobile) aussi bien que d'une institution (l'école, etc.). Pour Illich, « *lorsqu'une activité outillée dépasse un seuil défini par l'échelle ad hoc, elle se retourne d'abord contre sa fin, puis menace de destruction le corps social tout entier* » (Illich, 2003, p. 11). Il développera le concept de *monopole radical*,

qui traduit non pas la situation monopolistique d'une entreprise ou d'une marque, mais celle d'un type de produit ou d'un outil qui par son développement au-delà d'un certain seuil qu'il conviendrait de définir, devient l'unique mode de réponse à un besoin donné, excluant les alternatives non industrielles et restreignant ainsi la liberté. Ainsi, selon lui, si l'on prend l'exemple des transports, « *au-delà d'une vitesse critique, les véhicules à moteur engendrent des distances aliénantes qu'eux-seuls peuvent surmonter* » (Illich, 1975a) et la vitesse, en devenant le privilège de quelques-uns, devient créatrice d'inégalités. Il analysera de même l'école (*Deschooling Society*, 1971), ou encore la médecine (*Nemesis médicale*, 1975). Dans cette perspective, il dénonce dans *La convivialité* (Illich, 2003(1973)), les coûts sociaux de la croissance économique et sa contre-productivité résultant de la création incessante de besoins nouveaux. Contre le monopole radical et la démesure des outils de la société industrielle, il prône l'usage d'outils « conviviaux » dont l'un des critères essentiels est celui de leur maîtrise par les personnes qui s'en servent, autrement dit, celui de l'autonomie.

Dans la pensée d'Illich, comme dans celle d'Ellul, de Charbonneau ou de Mumford, le développement de la technique au-delà de certains seuils entraîne une perte de sa maîtrise, et constitue *un obstacle à la démocratie*.

2. Un discours de crise globale autour des limites physiques à la croissance

Alors que se développait cette critique multidimensionnelle (économique, culturelle, technique) de l'idéologie du développement et de la croissance, émergeait également à cette époque une critique que l'on pourrait qualifier de « physique », posant la question des contraintes et des possibilités physiques de la croissance, et mettant l'accent sur la question des ressources limitées, et des impacts environnementaux. Cette montée concomitante de ces différentes critiques et préoccupations allait déboucher, vers la fin des années 1960, sur un discours de crise globale et systémique (Vieille Blanchard, 2011). L'atmosphère de ce discours transparait notamment à travers plusieurs ouvrages à fort retentissement, parus entre 1968 et 1972. Nous en mentionnons ici quelques-uns.

- *The Population Bomb* de l'entomologiste américain Paul R. Ehrlich²⁹ (et de sa femme Anne), publié en 1968. Pour les auteurs, la croissance démographique serait la cause commune et principale d'une longue série de problèmes environnementaux- préoccupants du fait qu'ils affectent la santé humaine- et de nombreuses famines à venir. La solution à la crise écologique passerait nécessairement par la décroissance de la population mondiale .
- L'article *The Tragedy of the Commons (La tragédie des biens communs)* de l'écologue américain Garrett Hardin, paru en 1968. Selon Hardin, la croissance de la population remettrait en cause la possibilité d'attribuer aux ressources et à l'environnement un statut de biens communs, sous peine de mener inévitablement à leur épuisement. Pour l'auteur, les problèmes liés à la surpopulation, incluant les problèmes environnementaux, n'admettaient pas de solution technique, mais nécessitaient de renoncer à la liberté de procréer.
- Deux ans plus tard, *The Doomsday Book* (1970) (trad. française : *Le jugement Dernier*), du journaliste britannique Gordon Rettray Taylor, plaçait la croissance démographique, facteur de stress social et de l'augmentation des pollutions, au cœur du problème écologique.
- *The closing circle* (1971), de Barry Commoner, dans lequel celui-ci défend la thèse selon laquelle la pollution environnementale n'est pas tant imputable à l'accroissement de la population et de la production, qu'à la transformation du système de production, avec en particulier, le développement de procédés plus polluants et plus énergivores dans le secteur industriel et agricole, ainsi que l'emploi de nouveau matériaux non biodégradables et étrangers à l'environnement.
- Enfin, en janvier 1972, quelques mois avant la conférence de Stockholm sur l'environnement, l'équipe du journal *The Ecologist*, dirigé par Edward Goldsmith, publiait l'ouvrage collectif : *A Blueprint for survival (Changer ou disparaître)*. Dans celui-ci, la croissance de la population participerait, en conjonction avec la croissance de l'économie et l'augmentation du train de vie dans les pays riches, à une transformation rapide de la société, qui la fragiliserait psychologiquement et socialement, et exercerait une pression insoutenable sur l'environnement et les ressources. Les auteurs appelaient à un changement radical dans l'organisation sociale, qui impliquerait en particulier une décentralisation et l'organisation en petites communautés partiellement désindustrialisées. Le système social devrait se fonder sur un principe de stabilité (notamment pour la population) – et non de croissance – et d'équilibre avec les cycles naturels et le potentiel des écosystèmes (Hueting, 1980, p. 87).

²⁹ Qui fondera la même année l'association *Zero Population Growth*, focalisée sur le contrôle de la population aux Etats-Unis, et dont il sera président.

On retrouve, de manière générale dans ces différents ouvrages, une rhétorique de l'urgence, la reconnaissance de la complexité de la nature, des « écosystèmes » – et par conséquent la contestation des prétentions de la science et de la technologie à les maîtriser –, ainsi que l'idée d'un milieu physique limité, confronté à des pressions croissantes, qui, davantage que de « fausses solutions » technologiques, en appelait à des ruptures profondes dans le système de production et l'organisation sociale. C'était ainsi, au tournant des années 1970 l'ensemble de l'organisation économique et des choix technologiques de la société qui étaient mis en cause³⁰.

Le travail de thèse Vieille-Blanchard (2011) offre une analyse détaillée de l'émergence de ce discours de crise globale. Nous en proposons ici une synthèse, organisée autour de trois des principaux thèmes qui le composent : les inquiétudes liées à la croissance démographique ; les préoccupations environnementales ; et la Terre comme système fermé.

2.1. Les inquiétudes liées à la croissance démographique

Ce discours des limites émergea tout d'abord sous l'angle de la démographie. Si la question de limites à la croissance sous l'angle du binôme « population-ressources » avait déjà été soulevée dans la littérature par Malthus à la fin du XVIII^e siècle³¹, il faut attendre l'après-guerre pour la voir resurgir, dans un contexte de pénurie et de forte croissance démographique des pays « pauvres ». Les premiers cris d'alarme émanèrent de spécialistes de la nature tels que Julian Huxley, biologiste évolutionniste, qui en tant que premier directeur général de l'UNESCO essaya de mobiliser l'ONU sur les questions de démographie. En 1948, la publication de deux ouvrages influents, *Our plundered planet* du conversationniste Henry Fairfield Osborn Jr. et *Road to Survival* de l'écologue William Vogt venait appuyer le positionnement de Huxley. La question des ressources était à ce moment envisagée d'un point de vue alimentaire. La position initialement optimiste qui régnait au sein des agences spécialisées de l'ONU, et en particulier de la FAO, s'infléchit en 1958, lorsque la production de nourriture *per capita* au niveau mondial commença à décliner sous l'effet de l'accélération de la croissance démographique.

Cette même année 1958, deux américains, le démographe Ansley Coale et l'économiste Edgar M. Hoover, publiaient une étude sollicitée par la Banque mondiale qui connut un très fort retentissement dans le monde politique et scientifique (Coale and Hoover, 1958). Il s'agissait d'une série de modélisations économiques qui cherchaient à évaluer dans le cas de l'Inde, l'impact de différents scénarios de croissance démographique. Les

³⁰ Cette émergence assez rapide du discours de crise globale et les inquiétudes grandissantes sur les conséquences possibles du « progrès » transparait particulièrement dans la préface de la seconde édition du livre « En danger de progrès » de François de Closets (1972) :

« 'En danger de progrès'. Cela paraissait un bon titre en 1968. C'était une formule percutante. En 1972, c'est une expression banale. Qui ne doute aujourd'hui que le progrès soit dangereux! Pour 'accrocher' le lecteur, il faudrait intituler cet essai 'Nous allons tous périr', 'Au bord du gouffre', 'Demain la fin du monde'.

Il y a quatre ans, les prévisionnistes nous promettaient une ère postindustrielle d'abondance et de loisirs. Aujourd'hui, ils dressent des plans de survie pour nos enfants. Hier, on se demandait 'Le meilleur est-il assuré?' Aujourd'hui, on dirait plutôt 'Le pire est-il évitable?' [...] On serait bien en peine d'expliquer un tel changement par les données objectives. L'explosion démographique, les dangers d'une pollution généralisée, les excès d'un progrès exclusivement quantitatif, l'épuisement progressif des ressources naturelles, tout cela était connu depuis longtemps. Sans avoir rien découvert, sans avoir été surpris, nous nous sommes donné une nouvelle conscience. »

³¹ Dans son *Essai sur le principe de Population* publié pour la première fois en 1798, supposant que la production alimentaire évoluerait de manière arithmétique tandis que, sans freins, la population serait sujette à évolution géométrique, il concluait à une catastrophe démographique inévitable et à une paupérisation de la population, à moins d'empêcher celle-ci de croître. Si l'analyse de Malthus - élaborée dans le contexte de crise et des mauvaises récoltes que subit l'Angleterre à la fin du XVIII^e siècle -, reste structurellement pertinente, ses pronostics furent infirmés dans les faits pour plusieurs raisons. Tout d'abord, la conquête de l'Amérique et la colonisation ont procuré de nouveaux territoires à la population européenne croissante. Ensuite, la révolution industrielle et plus tard la révolution verte ont permis une forte augmentation de la production agricole. Enfin, l'hypothèse de croissance géométrique de la population fut invalidée par les guerres, des épidémies et surtout par le phénomène de transition démographique observé dans de nombreux pays au cours du XX^e siècle. Par ailleurs, si la question a été soulevée pour la première fois dans la littérature par Malthus, elle s'est imposée bien avant à de nombreuses sociétés humaines (Diamond, 2009).

résultats suggéraient une augmentation du revenu *per capita* dans le cas d'un contrôle (réduction) de la fertilité de la population. Cette étude venait ainsi supporter les discours politiques en faveur du contrôle des naissances, notamment pour les pays « sous-développés »³². Alors que les nouveaux recensements invitaient à revoir les projections démographiques à la hausse, l'idée suivant laquelle la croissance démographique pourrait constituer un frein au développement économique des pays pauvres se diffusait, notamment sous la pression soutenue d'un « Groupe Population »³³ qui exerçait à l'époque un important travail de lobbying. A la fin des années 1960, la question démographique était désormais appréhendée de façon globale, à l'échelle planétaire, et concernait également les pays industrialisés. La nécessité de *stabiliser* la population mondiale faisait dorénavant consensus, et les discussions portaient en général sur la diversification de l'offre des services de planification familiale rendue possible par les progrès en matière de contraception, ainsi que sur l'acceptabilité et l'adéquation de méthodes de coercition.

La croissance démographique, tout d'abord perçue comme une menace vis-à-vis de la capacité à nourrir la population, puis comme un obstacle au « développement », allait alors bientôt endosser une nouvelle responsabilité pour les pays « développés » : celle du problème environnemental, des pollutions et des pressions sur les ressources naturelles.

2.2. Les nouvelles préoccupations environnementales

S'il est possible de trouver des sources d'inspiration antérieures³⁴, les principales racines des mouvements environnementalistes qui se développèrent dans la deuxième moitié du XXème siècle sont à chercher dans les courants préservationnistes et conservationnistes nés à la fin du siècle précédent.

Le courant « préservationniste » ou « protectionniste », émergea en Angleterre dans les années 1860, alors que les impacts de la révolution industrielle devenaient sensibles. Pour celui-ci, la nature, objet d'étude et de contemplation intrinsèquement dotée de valeur, devait être conservée « intacte », préservée des destructions liées à son exploitation intensive. Ce courant se développera aussi aux Etats-Unis, où sera créé en 1872 le parc du Yellowstone, premier parc national, et 20 ans après, le Sierra Club qui s'attachera à la préservation de zones sauvages de la sierra Nevada. Le courant « conservationniste », né un peu plus tard vers la fin du XIXème siècle, témoignait au contraire d'une approche gestionnaire et instrumentale de la nature, prônant une exploitation « rationnelle » et « soutenable » de ses ressources (Nash, 1963). Ces deux approches se développèrent parallèlement au cours de la première moitié du XXème siècle, principalement aux Etats-Unis. Toutefois, il fallait attendre la fin des années 1950 pour voir émerger dans ce pays un mouvement social environnementaliste significatif.

Les évolutions technologiques de l'après-guerre dans les domaines militaires, industriels et agricoles donnaient lieu à un contexte nouveau. Avec l'invention de la bombe nucléaire, se développait la prise de conscience que l'humanité avait acquis les moyens d'assurer sa propre destruction de manière généralisée, globale. Les dégâts catastrophiques des essais nucléaires³⁵ soulevaient la question de la responsabilité sociale des scientifiques, et débouchait à partir du milieu des années 1950 sur la mobilisation d'une partie de la communauté scientifique

³² En proposant le contrôle de la population dans les pays « sous-développés » comme alternative à la redistribution de la richesse internationale l'hypothèse Coale-Hoover fut accueillie favorablement aux Etats-Unis, et dans les pays du Nord. La thèse suivant laquelle le contrôle de la population serait favorable au « développement » économique et au libre-échange suscitait un intérêt supplémentaire.

³³ Il s'agit d'un groupe alliant scientifiques démographes et fondations industrielles, qui a exercé une influence importante sur l'élaboration des discours et des politiques touchant à la population entre la fin des années 1940 et 1970

³⁴ On peut par exemple citer les écrits naturalistes d'Henri-David Thoreau (1817-1862), les naturiens

³⁵ Par exemple les essais américains dans les îles Marshall, au-dessus de l'île de Bikini en 1954, où les populations avoisinantes, non évacuées, furent fortement contaminées.

états-unienne et mondiale³⁶ contre les essais, et de manière plus générale, la course aux armements nucléaires.

Les pollutions diverses liées à l'intensification des activités industrielles soulevaient également de nouvelles préoccupations. Par exemple, la pollution au mercure de la baie de Minamata au Japon à partir du début des années 1950, la multiplication des cas d'asbestose - maladie liée à l'amiante - vers le milieu des années 1950, ou encore l'acidification des eaux en Scandinavie. En 1962, Murray Boochkin publiait *Our synthetic environment*, dans lequel il dénonçait nombres d'impacts néfastes sur l'environnement et surtout sur la santé, liés à l'utilisation massive de produits de synthèse (dans l'alimentation, l'agriculture et les processus de production en général), à l'évolution des modes de vie et de consommation, à l'urbanisation ou encore à la radioactivité. Cet ouvrage reçut une attention limitée lors de sa parution, mais amorçait la critique du changement technologique et de la « modernisation ».

Dans le domaine de l'agriculture plus particulièrement, on assistait dès la fin des années 1940 au développement et à l'utilisation de plus en plus fréquente de pesticides, et par conséquent à leur accumulation dans l'environnement. L'explosion du marché des pesticides et des engrais conduisit à la formation d'un complexe « agro-chimique » industriel puissant. Dès 1945, quelques biologistes et entomologistes s'inquiétèrent des conséquences de l'utilisation d'insecticides (Vieille Blanchard, 2011, p. 81). Si le problème était déjà soulevé dans *Our synthetic environment* en 1962, c'est surtout la publication très fortement médiatisée de *Silent Spring* de la biologiste Rachel Carson, six mois plus tard la même année, qui attirera l'attention sur ces enjeux. Cet ouvrage très documenté, devenu un *best-seller*, et considéré depuis comme l'un des textes fondateurs du mouvement écologiste, s'attaquait aux nouvelles pratiques agricoles, notamment l'usage massif d'insecticides chimiques tels que le DDT, ayant un effet destructeur sur l'environnement et susceptible de contaminer la chaîne alimentaire. Mettant en évidence les dangers du type de développement scientifico-industriel poursuivi, elle suscita la première grande controverse sur la crise environnementale. Son positionnement suscita la colère et la réaction des industriels, mais obtint le soutien des institutions académiques et politiques.

Un coup d'œil aux évolutions observées à partir de cette période dans le champ du droit aux Etats-Unis témoigne de la montée des préoccupations environnementales. Jusqu'au début des années 1960, à l'exception des rares parcs naturels, c'est dans le cadre du droit de propriété que s'organise l'exploitation de l'environnement, qui était alors perçu comme une réserve de biens consommables et aménageables. Les premières réglementations majeures ayant trait à l'environnement apparaissent aux Etats-Unis³⁷, avec le *Clean Air Act* signé en décembre 1963, qui offre pour la première fois la possibilité de poursuite judiciaires à l'encontre de pollueurs. Il sera suivi en 1964 par le *Water Resources Research Act* et le *Wilderness Act*, et l'année suivante par le *Federal Water Quality Act*, et le *Vehicle Air Pollution and Control Act*. En Europe, de manière générale, l'émergence timide d'un droit de l'environnement se fera plus tardivement. Le droit relatif à la liberté du commerce et à la concurrence restera par ailleurs prédominant et contribuera à retarder le développement du droit environnemental.

Progressivement, les mobilisations des scientifiques autour des enjeux de santé puis d'environnement liés aux nouvelles technologies, ainsi que la parution d'ouvrages critiques (Commoner, 1966) portèrent ces préoccupations dans le débat public. La politisation de ces questions allait alors ouvrir la voie aux mouvements écologistes.

Ceux-ci se développèrent rapidement sur les campus universitaires américains. Les mouvements contre la pauvreté, le racisme et pour les droits civils des Noirs, puis le mouvement anti-guerre suite à l'engagement des

³⁶ Autour de personnalités scientifiques, notamment l'américain Barry Commoner

³⁷ Antérieurement, au Royaume-Uni, en réponse au fameux *fog* londonien, un *Clean Air Act* fut adopté par le parlement en 1956 et mis en pratique jusqu'en 1964, introduisant un certain nombre de mesures visant à réduire la pollution de l'air.

Etats-Unis dans la guerre du Viêt-Nam et le développement de la contre-culture chez les jeunes vers le milieu des années 1960, eurent un rôle de catalyseur (McCormick, 1989). L'usage de défoliants chimiques au Viêt-Nam par l'armée américaine, qui ravagea la population autant que son environnement, ainsi que les catastrophes fortement médiatisées telles que le naufrage du pétrolier Torrey Canyon au large de l'Angleterre en 1967, ou l'explosion d'une plateforme pétrolière au large de Santa Barbara en 1969, suscitèrent l'indignation d'un public désormais sensibilisé, et contribuèrent à généraliser la conscientisation écologique. La conquête de la lune par l'équipage de la mission Apollo 11 en 1969 constituait certes une grande prouesse technologique, mais se révélait en termes de ressources nullement prometteuse. Peut-être cette entreprise, au contraire, contribua à diffuser dans l'imaginaire collectif l'image d'une Terre isolée dans l'espace, d'un environnement limité. Par ailleurs, la multiplication des séminaires, des conférences et des programmes éducatifs sur les questions environnementales dans les universités nord-américaines, à la fin des années 1960 et au début des années 1970, témoignait de l'intérêt académique porté à la « crise environnementale ». Les mouvements écologistes montèrent en puissance et se répandirent progressivement dans la majeure partie du monde occidental (et surtout anglo-saxon ; en France, où persistait une tendance préservationniste, les mobilisations écologistes furent plus tardives, avant de culminer en 1970, avec l'organisation du « Jour de la Terre », le 22 avril, qui rassembla 20 millions de participants. Ces mouvements revêtaient des caractéristiques nouvelles : contrairement aux courants antérieurs, où les préoccupations environnementales émanaient surtout d'une minorité privilégiée ou d'une élite de spécialistes, il s'agissait désormais d'un « environnementalisme de la base » (« *grassroot environmentalism* »), parti de revendications citoyennes, même s'il restait encore majoritairement – mais de moins en moins – le fait d'une population éduquée et aisée (Silveira, 2000). Par ailleurs, alors que les anciens mouvements préservationnistes se souciaient essentiellement de l'environnement « non-humain », sans grande prise en compte des intérêts sociaux, l'environnementalisme naissant se centrait sur l'humanité et ses interactions avec l'environnement, son milieu de vie (McCormick, 1989).

2.3. La Terre comme système fermé

A partir du milieu des années 1960, dans le champ de l'économie, émergeait un courant proposant d'intégrer à la discipline économique les enseignements de la thermodynamique.

L'un des premiers à proposer une représentation de la Terre comme système fermé était K. E. Boulding, dans son fameux article *The economics of the coming spaceship Earth*, publié en 1966. Dans celui-ci, la Terre y est comparé à un vaisseau spatial, pour lequel l'enjeu consisterait à développer les moyens techniques permettant d'exploiter le flux d'énergie solaire, et à assurer la maintenance des stocks limités de matière par un recyclage infini.

Toutefois, s'il est une œuvre particulièrement fondatrice pour ce nouveau paradigme « bioéconomique », c'est probablement celle de l'économiste mathématicien Nicholas Georgescu-Roegen. Dans son texte *The entropy law and the economic process*, paru en 1971, il décrit l'activité économique comme un ensemble de processus entropiques, soumis au second principe de thermodynamique, se déroulant au sein d'un système fermé (la Terre), qui n'échange avec l'extérieur que de l'énergie. Les activités humaines consistent alors en une dégradation de stocks d'énergie fossile et de matériaux de basse entropie, et en leur transformation irréversible en des stocks de haute entropie, c'est-à-dire de de faible qualité, et inutilisables. A la différence de Boulding, Georgescu-Roegen refusait l'hypothèse de recyclage illimité, compte tenu de la dégradation inévitable de la matière concentrée, et de sa transformation en matière diffuse au cours de son utilisation³⁸.

³⁸ Georgescu-Roegen proposait d'étendre le second principe de thermodynamique à la matière (et non seulement à l'énergie), suggérant ainsi un « quatrième principe de la thermodynamique », qui a fait l'objet de controverses. Ce que Georgescu-Roegen désigne par ce quatrième principe – la dégradation de la matière en des formes de moins en moins utilisables et de plus en plus diffuses – n'est en réalité qu'une vision macroscopique du second principe de

Ainsi, suivant cette perspective, à long terme, la croissance économique – qui constitue une accélération de la raréfaction des ressources – est condamnée, et une décroissance de l'activité économique est inévitable. Il prônait ainsi une réduction des flux de matière et d'énergie (le « *throughput* ») transformés par le processus économique³⁹.

En 1971, son ancien élève et disciple Herman Daly proposait quant à lui de reprendre le concept d'Etat stationnaire (Daly, 1971), qu'il défendra par la suite contre l'idée d'une croissance exponentielle, et dont il travaillera à définir les caractéristiques, notamment à travers son ouvrage de 1973 *Toward a Steady State Economy*.

A partir de ces discussions naîtra alors un courant de l'économie « *qui considère le système économique mondial comme partie intégrante de l'écosystème global qui le supporte, et avec lequel il est constamment en interaction* » (van Griethuysen et al., 2003, p. 16) : l'économie écologique.

On pourrait également citer, parmi les auteurs de l'époque dont l'influence se fera sentir sur ce courant, H.T. Odum (en particulier son ouvrage *Environment, Power and Society* (1970)), ou encore l'économiste britannique Ernst F. Schumacher. En 1973, celui-ci publiait l'ouvrage *Small Is Beautiful: A Study Of Economics As If People Mattered* (Schumacher, 1993), qui connaîtra un très grand succès. Dans ce recueil d'essais, l'auteur critiquait la non-soutenabilité d'une croissance illimitée dans un environnement limité, et soulignant l'importance des questions d'échelles, argumentait en faveur d'une certaine forme de décentralisation et de relocalisation de l'économie, d'un retour vers des structures plus petites, ainsi que d'une réflexion sur le caractère approprié et la pertinence des technologies utilisées. Plus généralement, il appelait à un profond changement de valeurs dans la société, à l'encontre de la croyance que « plus = mieux ».

3. Les Etudes du futur

Les différentes entreprises de modélisation que nous mentionnerons à travers cette partie ont fait l'objet de développements approfondis par Vieille-Blanchard (2011). Nous en proposons ici une synthèse.

3.1. Un champ nouveau

A partir des années 1950 se développait un nouveau champ disciplinaire : celui des « études du futur », qui faisait de l'avenir, ou plus précisément *des avenir possibles*, l'objet de ses investigations. Assez rapidement, deux grands types d'approche se dégagèrent à l'intérieur de ce champ (Vieille Blanchard, 2011, p. 294), qui s'influenceront mutuellement.

Aux Etats-Unis, les études du futur furent initialement impulsées par la volonté de penser les évolutions techniques du matériel militaire et les possibles bouleversements géopolitiques en période de guerre froide. On peut notamment souligner le rôle de la *RAND Corporation*⁴⁰ dans le développement de méthodes prospectives au cours des années 1950, ainsi que l'influence de think-tanks, tels que le *Hudson Institute* créé par Herman Kahn en 1961, ou encore *l'Institute for the Future*, créé en 1968 par Olaf Helmer⁴¹. De manière générale, les approches américaines, surtout exploratoires, accordaient une importance prédominante au rôle de la technologie –on parlait parfois de « prévision technologique »–, envers laquelle elles affichaient un

thermodynamique lorsque celui-ci s'applique au niveau microscopique de la matière (énergie des transformations physico-chimiques de la matière, « énergie de surface », etc.)

³⁹ Dans un ouvrage ultérieur (*Energy and Economic Myths*, 1975) il proposait un « programme bioéconomique minimal ».

⁴⁰ Research And Development Corporation, devenue indépendante de la Douglas Aircraft Company en 1948.

⁴¹ Herman Kahn et Olaf Helmer sont tous deux anciens collaborateurs de la RAND.

optimisme marqué⁴². Cet optimisme s'étendait par ailleurs aux questions démographiques, tandis que les thématiques environnementales restaient éludées jusqu'au début des années 1970.

En Europe, le développement des études du futur fut tout d'abord marqué par l'héritage de la prospective française, qui se développa vers la fin des années 1950, notamment dans le cadre de la planification nationale. Plusieurs figures intellectuelles françaises exercèrent une influence sensible dans ce champ. C'était le cas par exemple de Gaston Berger⁴³, fondateur en 1957 du Centre international de prospective, pour qui la nécessité d'interroger les buts des sociétés industrielles et leurs futurs était dictée par la rapidité et l'incertitude des mutations observées, sous l'effet des évolutions techniques. C'était également le cas de Jean Fourastié, pour qui la compréhension de mutations historiques profondes passait par la recherche de tendances de long terme derrière d'apparentes ruptures, ou encore de Bertrand De Jouvenel, créateur en 1960 de l'association « Futuribles » et de la revue éponyme. L'influence de leurs réflexions transparaissait dans les approches européennes qui se développèrent vers le milieu des années 1960. Contre le matérialisme historique, et dans une optique normative assumée, celles-ci mettaient en avant l'importance des dimensions sociales et culturelles, et rejetaient la place centrale accordée à la technologie par les approches américaines. Le développement technologique n'y est plus seulement perçu comme vecteur d'émancipation, mais aussi comme source d'inquiétudes, de complexification et de déstabilisation, ou de danger.

3.2. Les limites à la croissance sous l'angle du rapport *The Limits to Growth*

3.2.1. Le projet du Club de Rome

C'est entre ces deux climats de pensée que se positionnait l'industriel et homme d'affaire italien, Aurelio Peccei⁴⁴ vers le milieu des années 1960. On retrouve à cette époque dans son discours (Peccei, 1981) une forte ambivalence à l'égard du développement technologique, considéré comme facteur clé de déstabilisation et de mutations très rapides dans le monde, tout en étant appelé à résoudre les problèmes qu'il pose. Il s'agissait selon lui de planifier une réorientation du progrès technique par les nations « développées » dans une perspective « *[d'] élargissement [...] de la zone de prospérité existant [...] dans le monde* » (Peccei, 1965, cité par Vieille Blanchard, 2011, p. 326) .

La rencontre entre A. Peccei et Alexander King (à l'époque directeur général des affaires scientifiques de l'OCDE) en 1967, puis la réunion qu'ils organisèrent à Rome l'année suivante entre personnalités européennes des études du futur, déboucha sur la naissance du *Club de Rome*⁴⁵ en 1968. L'objectif était alors d'initier le développement d'une approche globale destinée à appréhender, dans ses interrelations, les problèmes d'un système mondial, en croissance incontrôlée. Il ne mobilisa que peu de monde dans un premier temps. Le projet du Club de Rome se précisa dans les années qui suivirent. D'abord envisagé comme un large programme continu de recherche et de modélisation du système monde, impliquant le développement de nouvelles méthodes *ad hoc*, et visant à déboucher sur des recommandations politiques, ses ambitions furent revues à la baisse, en raison de contraintes temporelles et financières. Le programme de recherche se restreignit alors à un projet spécifique, qui mettrait en œuvre l'approche de la dynamique des systèmes, développée et présentée au Club de Rome en 1970 par Jay Forrester, ingénieur-chercheur au MIT. La fondation Volkswagen accepta de financer le travail de modélisation, qui, commencé par J. Forrester, fut approfondi et complexifié,

⁴² A l'image de la contribution du Hudson Institute à la Commission de l'an 2000, publiée sous le titre *L'an 2000* en 1968 (Kahn and Wiener, 1968), dans lequel était envisagé un futur radieux, où les innovations technologiques solutionneraient les problèmes médicaux, démographiques, climatiques ou d'énergie.

⁴³ A qui l'on doit le terme « prospective »

⁴⁴ A. Peccei avait consacré une importante partie de sa carrière au développement industriel de la firme Fiat en Amérique du sud.

⁴⁵ Visant initialement à organiser des rencontres informelles entre ses membres, le Club de Rome acquit le statut légal d'organisation à but non lucratif en 1969.

entre juin 1970 et début 1972 au MIT, par une équipe pluridisciplinaire⁴⁶ de 17 jeunes chercheurs, dirigée par Dennis Meadows, chercheur en science des systèmes.

Ce travail déboucha sur la publication en mars 1972 du rapport grand public *The Limits to Growth* (Meadows et al., 1972) (traduit quelque peu improprement par « *Halte à la croissance ?* » en français), qui précédait le rapport technique, paru seulement en 1974. On y trouvait la présentation succincte du modèle *World 3* qui fut utilisé, et les résultats d'un ensemble de simulations, présentés sous forme de courbes, qui décrivaient qualitativement l'évolution, entre les dates 1900 et 2100, de 5 variables globales clés du modèle : la population, les ressources, la production industrielle par personne, la nourriture disponible par personne, et la pollution. Dans la simulation « de base », comme dans toutes celles intégrant des hypothèses sensées refléter des progrès technologiques considérables, le système modélisé finissait par s'effondrer selon un comportement de type « *overshoot and collapse* » (croissance puis effondrement), sous l'effet de l'un ou de plusieurs de ces facteurs limitatifs : la pollution, l'épuisement des ressources, ou la production insuffisante de nourriture. Seule l'adjonction d'hypothèses de stabilisation immédiate et délibérée de la population et du capital, en plus des hypothèses précédentes reflétant d'importants progrès technologiques, conduisaient à une certaine stabilisation du système. A partir de ces résultats, l'argumentation s'attachait alors à valoriser les aspects positifs qui, selon les auteurs, se dégageraient d'une société de stabilité. Enfin, la conclusion du rapport en appelait, en parallèle à la poursuite de l'analyse, à une rupture avec les politiques de croissance exponentielle, et à l'initiation rapide d'une transition vers un état d'équilibre, c'est-à-dire de croissance nulle du capital et de la population, qui serait ainsi non seulement nécessaire, mais également souhaitable.

Comme le souligne (van Griethuysen et al., 2003, p. 18), ce travail était innovant pour plusieurs raisons : il s'agissait de la première modélisation numérique du processus économique de croissance et de ses enjeux à l'échelle *globale* et non strictement nationale ou locale ; celle-ci intégrait à la fois les aspects d'épuisement des ressources⁴⁷, et ceux d'accumulation des déchets et de la pollution, reflétant ainsi l'influence de l'écologie ; enfin, ce n'étaient pas la population ou la technologie qui étaient au centre de la critique formulée, mais plus précisément le processus de croissance (démographique, mais surtout économique et industriel) .

3.2.2. Les réactions « à chaud » au rapport des limites

Les travaux de J. Forrester puis de l'équipe de D. Meadows, et la publication du rapport « *The Limits to Growth* » – traduit en trente langues et vendu à plus de 12 millions d'exemplaires – reçurent une très forte attention médiatique et suscitèrent rapidement des réactions considérables dans les sphères académiques (en particulier dans le champ de l'économie), politiques, et jusqu'au public en général. L'orientation des conclusions du rapport revêtait en effet un caractère inattendu, compte tenu de son origine : commandité par un Club créé par une personnalité issue du monde de l'industrie, financé par une fondation industrielle, et réalisé par un groupe de chercheurs d'une prestigieuse université de technologie. Si certains prirent parti pour les conclusions du rapport, la majorité des réactions furent toutefois plutôt négatives à l'époque.

Dans les sphères académiques, les critiques qui furent adressées⁴⁸ portaient principalement sur l'absence de mécanismes économiques dans le modèle (fonction de production et mécanismes de prix sensés contourner la rareté par substitution des ressources), et sur les potentialités du progrès technologique, qui, sous-estimées dans l'étude selon elles, permettraient de prévenir l'épuisement des ressources, la pollution, ou d'augmenter la

⁴⁶ L'équipe était composée de spécialistes de la croissance démographique, de l'industrialisation, des détériorations environnementales, de la malnutrition, et de l'épuisement des ressources.

⁴⁷ En adoptant notamment une représentation des ressources non-renouvelables sous la forme de stocks *finis*, ce qui implique le rejet de l'hypothèse de substituabilité selon laquelle une ressource disparue peut toujours être remplacée par une autre ressource équivalente. Hypothèse qui ne se vérifie aucunement en pratique, la substitution, lorsqu'elle est possible, entraînant presque toujours une modification des processus dans lesquels elle sert.

⁴⁸ Les critiques les plus approfondies viendront de la Science Policy Research Unit (SPRU) de l'université du Sussex, qui disposait du rapport technique et de la description détaillée du modèle *World 3*. Les plus virulentes, probablement de l'économiste américain de l'école des choix publics William Dowdney Nordhaus.

production de nourriture. La rigidité du modèle, et son manque de validation empirique ou encore l'adéquation de la modélisation des processus démographiques furent également mis en cause. Au-delà des considérations d'ordre « technique », certaines critiques dénonçaient le caractère technocratique d'une approche qui confiait à une élite - les modélisateurs - le soin de définir les problèmes, leurs causes, et les solutions à apporter, en s'appuyant sur l'informatique pour légitimer ses revendications⁴⁹. Certains voyaient également, à travers le choix des thématiques traitées, telles que les problèmes de pollution que l'on attribuait surtout aux pays industrialisés, le reflet d'une attitude occidentalocentrée. Enfin, le niveau d'agrégation adopté était accusé de rendre l'interprétation des résultats difficile, de masquer la question de la répartition des richesses au niveau mondial et celle des rapports de domination, et de conduire à envisager des solutions d'ordre technique plutôt que politiques (Galtung, 1973).

Si l'appel à l'arrêt de la croissance du capital était au cœur de la plupart des critiques du rapport *The limits to Growth*, la préconisation de stabilisation de la population ne suscita guère de polémique. A partir de ce moment, la question démographique fut d'ailleurs peu-à-peu relayée à l'arrière-plan des débats. Ceux-ci se focalisèrent alors essentiellement sur les aspects technologiques, évoluant stérilement vers des discussions qui opposaient les « optimistes », pour qui l'espoir d'innovations technologiques futures suffisait souvent à s'opposer à la thèse des limites, aux « pessimistes » qui prenaient parti pour les conclusions du rapport, sans s'attarder sur les lacunes du modèle employé, mais en appelant à des recherches ultérieures.

3.3. Le déplacement du débat sur les limites à la croissance à travers d'autres entreprises de modélisation et dans la discipline économique

Les années qui suivirent la publication du rapport *The Limits to Growth* virent se multiplier les entreprises de recherche et de modélisation transdisciplinaires et globales, visant à dépasser les conclusions de l'équipe du MIT. Poursuivant des buts divers, ces entreprises peuvent néanmoins être réparties en fonction de leurs préoccupations, suivant deux axes principaux qui opéraient un recadrage particulier de la problématique initiale du Club de Rome.

D'une part, certaines approches se consacraient à l'étude des possibilités de poursuite du modèle de consommation et de croissance dans les pays industrialisés, sans toutefois en questionner la finalité. C'est le cas, par exemple, de celle du Hudson Institute, sous la direction de Herman Kahn, dans son rapport de 1976 intitulé *The next 200 years*. Y était développé un scénario unique que l'on ne saurait trop qualifier d'optimiste, à travers lequel la croissance apporterait le remède à ses propres maux, avant de ralentir d'elle-même à l'avènement d'une société post-industrielle « riche » et rassasiée. Toujours dans cette optique, on peut également mentionner les travaux de William D. Nordhaus, en particulier son article de 1973 *The allocation of Energy Resources*, dans lequel il décrivait un modèle d'optimisation inter-temporelle de la gestion des

⁴⁹ Dans son ouvrage *Small is Beautiful – A Study of Economics As If People Mattered*, paru l'année suivante en 1973 et resté célèbre, Ernst Friedrich Schumacher avait quant à lui ce commentaire pragmatique au sujet des travaux de l'équipe Meadows (que David Merlaut a porté à mon attention) : « Il était peut-être utile, mais guère essentiel, pour le groupe du M.I.T., de faire tant de calculs compliqués et hypothétiques. En fin de compte, les conclusions du groupe découlent de ses propres suppositions, et il suffit d'un simple coup d'œil pour comprendre qu'une croissance illimitée de la consommation matérielle est chose impossible dans un monde limité. Il n'est pas non plus nécessaire d'étudier des longues listes de produits, des tendances, des boucles à rétroaction, la dynamique des systèmes et ainsi de suite, pour en conclure que le temps nous est compté. Peut-être était-il utile de se servir d'un ordinateur pour arriver à des résultats que toute personne sensée peut obtenir à l'aide de quelques calculs griffonnés au dos d'une enveloppe, car le monde moderne a foi dans les ordinateurs et les monceaux de faits, alors qu'il a une sainte horreur de la simplicité. Mais il est toujours dangereux, et généralement contraire au but recherché, d'essayer d'exorciser les démons en invoquant Belzébut, le Prince des démons. » (Schumacher, 1993 (1973), p. 125)

ressources énergétiques où la réponse à la demande énergétique du monde non communiste, et en particulier des USA constituait l'enjeu principal⁵⁰.

D'autre part, dans le contexte de montée du tiers-mondisme du milieu des années 1970, d'autres approches s'intéressaient quant à elles aux questions de partage de la croissance mondiale, des inégalités « Nord-Sud », et des possibilités de « développement » des pays pauvres. On retrouve par exemple dans cette veine les travaux de modélisation globale des équipes de Mesarovic et Pestel qui débouchèrent en 1974 sur le second rapport au Club de Rome, *Mankind at the Turning Pointe (Stratégie pour Demain)*. C'est également dans cette optique que s'inscrivaient les travaux de modélisation de la Fondation Bariloche⁵¹, publiés en 1976 dans le rapport *Un monde pour tous*, à travers lequel transparaissait l'influence forte de la théorie de la dépendance⁵². Enfin, autre exemple d'approche s'inscrivant dans cette perspective : celle du comité dirigé par Jan Tinbergen à la demande d'A. Peccei, qui donna lieu en 1976 au 3^{ème} rapport au Club de Rome, dont le titre *Reshaping the International Order (Pour un nouvel ordre économique international)* fait référence au Nouvel ordre économique international (NOEI) (Tinbergen et al., 1976). Cette approche n'impliquait pas de modèle mathématique particulier, mais reposait sur une méthode par scénarios. Reprenant l'approche des « besoins fondamentaux » en vogue à cette époque dans le champ du développement, il s'agissait dans les travaux du comité Tinbergen, comme dans ceux de la Fondation Bariloche, de mettre la croissance mondiale au service de la satisfaction des besoins essentiels des pays pauvres. Les conclusions des approches portées sur ce second axe de préoccupations allaient en faveur d'une lutte contre les inégalités, d'une croissance au service du « développement »⁵³, et pour certains (par exemple la Fondation Bariloche ou le comité Tinbergen), de l'évolution vers un modèle non productiviste pour les pays industrialisés, bien que ce dernier point relevait plus de considérations idéologiques que de démonstrations mathématiques. Aucune d'elles n'appelait cependant à une croissance économique nulle.

De manière générale, la thèse des limites se trouvait disqualifiée dans chacune des approches mentionnées ci-dessus. Cela se traduisait, dans les modèles employés, par la mobilisation de différentes stratégies. Celles-ci pouvaient par exemple consister à affirmer la non-pertinence de certaines questions, et simplement exclure du modèle les variables correspondantes, à l'instar des travaux de Mesarovic et Pestel, ou de ceux de la Fondation Bariloche qui éliminent les variables de pollution et d'environnement. Dans ces derniers, le progrès technologique dispensait également d'approfondir la question des limites aux ressources naturelles et en particulier énergétiques. L'adoption d'hypothèses particulièrement optimistes vis-à-vis des évolutions technologiques se retrouve aussi dans l'approche de Nordhaus, qui supposait l'apparition et la généralisation d'une « backstop technology »⁵⁴ parfaitement propre et source virtuellement illimitée d'énergie, ainsi que dans la conception prométhéenne d'une technologie salvatrice dont faisait part le Hudson Institute. Les mécanismes menant à la réfutation de la thèse des limites pouvaient encore résider dans un choix particulier des logiques de causalités, comme dans le modèle de la Fondation Bariloche, où la croissance économique, engendrait « développement » et baisse de mortalité⁵⁵, apparaissant ainsi simplement vertueuse. (Vieille Blanchard, 2011, pp. 455–536 et 607–623)

⁵⁰ L'intérêt pour la question des ressources énergétiques était à cette époque ravivé par le choc pétrolier de 1973.

⁵¹ Il s'agit d'un institut de recherche créé en Argentine en 1963 par des membres de la commission à l'énergie atomique du pays, ainsi que par des hommes d'affaire.

⁵² « les problèmes les plus importants que le monde moderne doit affronter [...] proviennent d'une distribution inégale du pouvoir tant sur le plan international qu'à l'intérieur des pays eux-mêmes, ce qui conduit à une société caractérisée par l'oppression et l'aliénation, une société fondée en grande partie sur l'exploitation » (Herrera, 1977, p. 16)

⁵³ Le rapport *Reshaping the international order* témoigne d'une vision mondialiste par exemple en ce qui concerne l'environnement et la démographie, mais toutefois idéaliste car déconnectée des rapports de force.

⁵⁴ Dans son idée, il s'agissait notamment de surrégénérateurs nucléaires.

⁵⁵ Contrairement au modèles World utilisés par le MIT dans lesquels la croissance de la production générerait une augmentation de la pollution et une pression sur les ressources, qui affectaient à leur tour la mortalité.

Il est intéressant, par ailleurs, de rappeler ici quelques éléments soulignés par Vieille Blanchard (2011, p. 535): si l'approche du MIT était exploratoire (simulation de différents jeux d'hypothèse, analyse des comportements correspondants du système et appréciation *in fine*), celle de chacune des entreprises mentionnées ici, qu'il s'agisse d'une approche par scénarios (Hudson Institute et comité Tinbergen), ou d'optimisation (Nordhaus et Fondation Bariloche), revêtaient un caractère normatif. L'utilisation qui était faite des modèles informatiques relevait alors davantage de stratégies rhétoriques que de nécessités heuristiques, et les modélisations, venant apporter un artifice de scientificité voire d'objectivité, servaient au final à légitimer un point de vue idéologique ou politique préexistant.

D'autre part, que ce soit en se focalisant sur la répartition des fruits de la croissance mondiale ou, à l'image de Nordhaus, en abordant la question des ressources énergétiques sous un angle économique de gestion optimale, toutes les approches mentionnées ci-dessus contribuaient à un changement de paradigme crucial qui allait « *faire du problème environnemental un problème économique, qui [devrait] être résolu par cette voie* » (Vieille Blanchard, 2011, p. 536). Cette appropriation des questions environnementales par la discipline économique transparaissait déjà dans l'article *Is growth obsolete ?* co-écrit par W. Nordhaus et James Tobin en 1972, en réponse aux travaux du MIT. Pour ces auteurs, la détérioration environnementale était imputable à des technologies nuisibles particulières, qu'il suffirait de décourager par des politiques de prix appropriées. Quant aux ressources naturelles, ils s'en remettaient au concept de substituabilité entre les facteurs de production (ressources naturelles et capital), ainsi qu'aux mécanismes de prix, qui, associés à la recherche technologique, permettraient de faire face à leur raréfaction, ou de développer des substituts⁵⁶. En 1974, l'économiste britannique Wilfred Beckerman publiait un livre au titre éloquent, *In defense of economic growth*, dans lequel il cherchait à démontrer que les maux imputés à la croissance résultaient d'une mauvaise allocation des ressources économiques. Sa solution aux problèmes de pollution consistait en une internalisation de ses coûts, tandis que la mise en place de substituts permettrait, ici aussi, de faire face à l'épuisement des ressources. La même année, dans un article intitulé *The Economics of Resources or the Resources of Economics*, Robert M. Solow se penchait à son tour sur le rôle de l'évolution des prix des ressources dans leur utilisation au cours du temps. Il y rappelait la centralité des hypothèses de progrès technologique et de substituabilité entre facteurs de production. Ces approches économiques des problèmes environnementaux contribuaient à l'essor du courant de l'économie de l'environnement.

Cette époque sera toutefois marquée par un article fondateur de Richard A. Easterlin, intitulé *Does Economic Growth Improve the Human Lot? Some Empirical Evidence* (Easterlin, 1974). Dans celui-ci, Easterlin avançait sur la base d'une analyse empirique qu'au-delà d'un certain seuil, une hausse du PIB ne se traduisait pas nécessairement par une hausse du niveau de bien-être ressenti par les individus, un paradoxe qui deviendra un concept clé de l'économie du bien-être.

De manière générale, que ce soit dans le champ des approches du futur et de la modélisation globale, ou dans le courant économique *mainstream*, le climat dominant tendait vers une réhabilitation de la croissance économique, à laquelle il conviendrait toutefois d'apporter quelques évolutions, marginales. Vers la fin des années 1970, la thèse des limites à la croissance économique se trouvait finalement marginalisée, et le débat, à défaut d'avoir atteint un consensus, changera de cadrage. La question de la possibilité et du bien-fondé de la croissance continuera certes de faire l'objet d'une controverse permanente, mais de moins en moins centrale.

⁵⁶ Pour les auteurs, la raréfaction d'une ressource engendre son renchérissement qui d'une part freine sa consommation, et d'autre part, procure les incitations et les ressources financières nécessaires à la recherche de substituts et à l'innovation technologique. Cette argumentation, toujours en vigueur chez nombre d'économistes, repose entre autre sur l'hypothèse que les prix reflètent en effet la rareté d'une ressource ainsi que les conséquences futures de sa raréfaction, ce qui reste discutable. Elle témoigne également d'un fort optimisme technologique doublé d'une déconnexion de la réalité physique ou bien d'une vision particulièrement court-termiste. Comme le rappelle Bayon et al. (2010, p. 40) : « [...] *les éléments naturels possèdent des qualités particulières [...]. La terre ne sera jamais bon conducteur d'électricité, le sable ne permettra jamais de faire de bonnes fondations, la pierre ne réchauffera pas les chaumières* ».

4. L'appropriation politique des questions environnementales

Dans les sphères politiques, le rapport *The limits to growth* n'a eu, en dépit des efforts de Peccei pour le diffuser, que des répercussions modestes. Les conclusions de l'équipe de Meadows furent toutefois relayées par le Commissaire Européen néerlandais Sicco Leendert Mansholt, qui, convaincu par les travaux du MIT, se les approprias pour en proposer une interprétation politique. Dans une lettre adressée au président de la Commission Européenne Franco-Maria Malfatti, le 9 février 1972, S. Mansholt recommandait ainsi un programme politique et économique mettant l'accent sur la stabilisation de la population mondiale, ainsi que sur une « forte réduction de la consommation de biens matériels par habitant, compensée par l'extension des biens incorporels [...], la prolongation de la durée de vie de tous les biens d'équipement [...], la lutte contre les pollutions et l'épuisement des matières premières » (Mansholt, 1972). Il proposait la mise en place d'un système de certificats de production accompagné d'une fiscalité spécifique, visant à réduire les impacts écologiques. Prônant une réorientation vers l'utilité sociale plutôt que la croissance, il suggérait également l'abandon du PNB comme indicateur politique. Au sein de la Communauté Européenne, de manière générale, les idées de Mansholt furent relativement bien reçues, et suivies d'une certaine volonté de réorientation des politiques européennes, qui s'échoua cependant sur des désaccords autour de l'idée d'une « croissance zéro ». En France, la lettre de Mansholt reçut en revanche une forte opposition de la majorité de l'éventail politique, et en particulier de la part du PCF, où George Marchais, dans une lecture fallacieuse, y voyait une doctrine malthusianiste qui viserait au recul du bien-être en Europe (Duverger, 2011).

Quelques mois plus tard, en juin 1972, aura lieu à Stockholm la première conférence internationale sur l'environnement humain⁵⁷, sous l'égide des Nations Unies. Le point de vue du rapport *The Limits to Growth*, qualifié d'occidentalo-centrique par les pays du Tiers-Monde, fut rapidement écarté des discussions. La question démographique y occupa une place anecdotique. La déclaration finale de la conférence—déclaration de principe—, intitulée *Declaration on the Human Environment*⁵⁸, fait état d'un déplacement du cadre du débat, dans le but de tenter de concilier problématiques environnementales et revendications de « développement » des pays du Tiers-Monde. Sous la pression de ces derniers, qui craignaient de voir leur « développement » entravé par des mesures de protection de l'environnement, la priorité était finalement donnée au « développement » économique, qu'il conviendrait d'accélérer par une aide financière et technique, et qui, avec le recours de la science et de la technologie, serait le remède aux problèmes environnementaux. Les pays industrialisés se satisfaisaient d'un texte qui imputait la pollution non seulement à leur « industrialisation et au développement des techniques »⁵⁹, mais aussi au « sous-développement » des pays du tiers monde, sans différenciation des responsabilités, leur évitant ainsi des mesures « néfastes » pour leurs économies.

4.1. L'institutionnalisation du discours environnemental

4.1.1. Le morcellement du courant écologique

En ce qui concerne les mouvements sociaux écologistes, le jour de la Terre de 1970 marquait le début d'un tournant crucial⁶⁰.

D'une part, le mouvement environnementaliste, au sein duquel évoluait des visions distinctes, se scindait en plusieurs courants. On peut citer notamment l'écologie profonde, portée par les réflexions du philosophe norvégien Arne Naess, mais aussi de Michel Serres ou d'Aldo Leopold, qui se prononce en faveur du bio-centrisme (en opposition à l'anthropocentrisme et à la hiérarchie des espèces), et d'une reconnaissance de la

⁵⁷ Qui sera aussi nommée, *a posteriori* Premier sommet de la Terre

⁵⁸ Voir <http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?documentid=97&articleid=1503&l=fr>

⁵⁹ Tout en considérant de manière ambivalente que la science et la technique renforcent aussi « l'aptitude de l'homme à améliorer son environnement ». Il s'agirait donc, suivant le texte, d'utiliser ce pouvoir de transformation de l'environnement « avec discernement ».

⁶⁰ Cf. les travaux de Sills, Gottlieb, Morrison, (in EVB p 254)

valeur intrinsèque de la nature. On distingue également les éco-socialismes et l'anarcho-écologie, qui s'opposent au capitalisme marchand, à la rationalité économique, au consumérisme et aux formes d'exploitation de la nature et des hommes. L'éco-socialisme, ayant bénéficié des contributions d'auteurs tels qu'André Gorz, Alain Lipietz, Herbert Marcuse ou encore Ivan Illich, propose une réflexion à partir des critiques marxistes et écologiques, visant à repenser l'homme au sein de la société et de la biosphère. Le courant anarcho-écologique, porté principalement par Murray Bookchin, prône quant à lui le retour à des communautés écologiques alternatives, le développement d'écotechnologies, ou encore l'usage de la désobéissance civile. Enfin, les éco-féminismes, critiquant l'androcentrisme et établissant un parallèle entre les formes de domination s'exerçant sur les femmes et sur la nature, prônent une réforme des modes de vie basée entre autres sur l'égalitarisme et le pacifisme. On y retrouve des auteures comme Carolyn Merchant ou Valerie Plumwood. Au-delà de leurs éléments distinctifs, ces courants conservaient cependant des points communs, tels que la méfiance vis-à-vis de la technique et de l'industrie, des préoccupations étendues aux autres espèces vivantes, l'aspiration à un mode de vie plus frugal et moins matérialiste, et l'intérêt pour la démocratie directe, l'économie solidaire, etc. On y dénotait de manière générale une prise en compte croissante des intérêts sociaux, ce qui marquait une rupture avec le courant préservationniste.

D'autre part, à partir du début des années 1970, on assistait à une réappropriation des discours écologistes par les acteurs politiques et surtout industriels, à leur transformation en un discours allégé de la critique radicale du capitalisme et de la technologie, et à son institutionnalisation

4.1.2. Développement durable, développement humain : « *old wine in new bottle* ? »

4.1.2.1. Le développement durable selon Brundtland

La prise de conscience des rapports antagonistes entre intérêts liés au « développement » et préservation de l'environnement, clairement révélés lors de la conférence de Stockholm de 1972, avait conduit Maurice Strong (secrétaire général de la conférence) et Ignacy Sachs à proposer le concept « d'écodéveloppement », qui fut repris dans la déclaration de Cocoyoc de 1974, avant d'être précisé et développé dans les années qui suivirent. Ignacy Sachs lui attribuera trois composantes clés (Sachs, 1980) : la self-reliance, incluant l'autonomie décisionnelle et le rejet des modèles des pays développés, la prise en charge équitable des besoins de tous, et la prudence écologique. Mais ce concept d'écodéveloppement allait bientôt être supplanté par une notion particulièrement ambiguë : celle de « développement durable ».

La poursuite de la dégradation de l'environnement, en dépit des déclarations de bonne volonté des pays, nécessitait de redéfinir les rapports entre environnement et développement, et de proposer « un programme global de changement ». Ce fut l'objet du mandat de la Commission Mondiale sur l'Environnement et le Développement (CMED), constituée en 1983, et dirigée par l'ancienne ministre norvégienne Gro Harlem Brundtland. Cette commission rendit en 1987 son rapport intitulé *Our Common Future (Notre avenir à Tous)*, dont la tâche était de concilier les deux aspirations contradictoires. C'est ainsi que fut proposé la notion de « sustainable development⁶¹ » (traduit en français par « développement durable »). Défini comme « *un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs* »⁶² (Commission Mondiale sur l'Environnement et le Développement, 1987), le concept

⁶¹ Le terme de « développement durable » figurait déjà dans un document issu de l'Union internationale pour la Conservation de la Nature (UICN), appuyé par le WWF et le PNUE, intitulé *World Conservation Strategy. Living Resource Conservation for Sustainable Development* (1980), sans toutefois y être défini. Le terme « développement durable » est recensé plus de 150 fois dans le rapport Brundtland.

⁶² La définition se prolonge par : « Deux concepts sont inhérents à cette notion : le concept de « besoins », et plus particulièrement des besoins essentiels des plus démunis, à qui il convient d'accorder la plus grande priorité, et l'idée des limitations que l'état de nos techniques et de notre organisation sociale impose sur la capacité de l'environnement à répondre aux besoins actuels et à venir. (Commission Mondiale sur l'Environnement et le Développement, 1987, p. 40) »

restait particulièrement vague⁶³. Cette insuffisance conceptuelle se traduisait par de fortes contradictions internes. Le texte dressait un inventaire quasi-exhaustif des différents problèmes environnementaux et sociaux, reconnaissait certes que « *la croissance économique s'accompagne toujours d'un danger pour l'environnement, puisqu'elle exerce des pressions sur les ressources* », mais réaffirmait l'importance du commerce international et du développement industriel comme moteur de la croissance, et de la croissance comme condition de répartition plus équitable des richesses⁶⁴. Des voies qui ne divergeaient guère de celles qui, historiquement, ont débouché sur les dégradations environnementales et le creusement des inégalités. En restant flou quant aux mesures à prendre concrètement, le Rapport Brundtland constituait finalement une déclaration de souhaits et de bonnes intentions, et proposait, plutôt qu'une stratégie de changement radicale, un ensemble de mesures palliatives générales (Rist, 2001). La CMED appelait enfin à la tenue d'une rencontre internationale consacrée à la fois à l'environnement et au développement.

Celle-ci eut lieu cinq ans plus tard, à l'occasion du Sommet de la Terre de Rio de Janeiro, qui se tint sous l'égide de l'Organisation des Nations Unies (ONU), dans le cadre de la Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement (CNUCED), du 3 au 14 juin 1992⁶⁵. En dépit de l'appel d'Heidelberg⁶⁶ lancé à la veille de l'événement, qui tentait de décrédibiliser les thèses écologistes, le Sommet de Rio reçut une très forte attention médiatique. Il aboutit sur l'élaboration de cinq documents : la déclaration de Rio, ou « charte de la Terre », la Convention sur la Lutte contre la déforestation (CLD), le programme Agenda 21⁶⁷, et un peu plus tard, la Convention cadre des Nations Unies sur le changement climatique (CCNUCC) et la Convention sur la diversité biologique (CDB). Suivant le principe de respect de la souveraineté des Etats à « *exploiter leurs propres ressources selon leur politique d'environnement et de développement* » (Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement, 1992, 2e Principe), aucun de ces textes n'était toutefois juridiquement contraignant. L'esprit de Rio restait finalement dominé par des discours technicistes et gestionnaires, fortement attachés à la croissance économique, et les conventions signées maintenaient l'illusion que celle-ci pouvait se conjuguer avec les impératifs de protection de l'environnement, et d'équité sociale. Des éléments qui deviendront caractéristiques du développement durable *mainstream* (Forsyth, 2004).

Le rapport Brundtland et le Sommet de Rio avaient cependant tous les deux le mérite d'avoir donné une audience internationale considérable aux problèmes environnementaux. La protection de l'environnement et le développement durable suscitera, à son tour, la mise en place d'une véritable bureaucratie internationale, reposant sur ses experts, ses centres de recherche, d'enseignement, ses projets pilotes, et ses institutions, à l'image de la Commission pour le Développement Durable, nouvel organe de l'ONU créé à la suite du Sommet de Rio.

L'expression « développement durable » était entrée dans le vocabulaire des développeurs, son succès s'expliquant en grande partie par son ambiguïté. Désignait-elle l'ajustement des volumes de production et la limitation des impacts des activités humaines à des niveaux supportables pour l'écosystème, afin d'envisager cette relation dans la longue durée ? Ou s'agissait-il plutôt, suivant l'interprétation qui deviendra dominante, d'une invitation à faire durer indéfiniment le processus de « développement », et par là la croissance économique, dont le bien-fondé serait « naturel » ? Derrière le même signifiant s'affrontaient en fait deux signifiés antinomiques. En 1992, John Pezzey recensait déjà plusieurs dizaines d'acceptations des notions de

⁶³ Comment, par exemple identifier les besoins du présent, et a fortiori ceux des générations futures ?

⁶⁴ A condition toutefois de « *modifier la qualité de la croissance* », celle-ci devant être « *vigoureuse et, en même temps, socialement et environnementalement durable* ».

⁶⁵ Ce qui, 20 ans auparavant, à Stockholm, était un sommet sur « l'environnement humain » était désormais un sommet sur « l'environnement et le développement ».

⁶⁶ L'appel de Heidelberg du 1^{er} Juin 1992, fut signé par 264 scientifiques et universitaires, dont 72 Prix Nobel. Il était par ailleurs soutenu par les industries de l'amiante et du tabac. Dans ce court texte, les signataires déclaraient : « *nous nous inquiétons d'assister, à l'aube du XXI^{ème} siècle, à l'émergence d'une idéologie irrationnelle qui s'oppose au progrès scientifique et industriel et nuit au développement économique et social* » ("L'appel de Heidelberg," 1992)

⁶⁷ Qui comprend environ 2500 recommandations, dont la plupart n'ont jamais été mises en œuvre.

soutenabilité et de « développement durable ». Cependant, comme le pressentait avec clairvoyance O'Riordan dès 1988 (in Pezzey, 1992), au lieu d'être clarifié et précisé, le concept fut progressivement vidé de sa substance, à commencer par sa dimension relative aux besoins des plus démunis et aux inégalités sociales, présente dans le rapport Brundtland (Bayon et al., 2010). Dix ans plus tard, par son flou sémantique, et sa connotation positive – après tout, demandait Jerry Taylor (1998), « qui voudrait d'un développement insoutenable? » - le « développement durable » pouvait rallier à peu près tous les suffrages (Deneux and France, 2002). Et la croissance n'en était en tout cas pas exclue.

Les années 1990 marquèrent également l'avènement d'une nouvelle ère : celle de la mondialisation. L'extension et l'intensification du commerce international entraînera avec elle la dissociation des lieux de production, de consommation, et de consommation (c'est-à-dire de transformation en déchets), favorisant alors la dilution des responsabilités pour les entreprises transnationales, et rendant par ailleurs impossible la conscientisation écologique du consommateur-pollueur, qui perd la vision d'ensemble des différentes étapes des processus de production-consommation-consumation.

4.1.2.2. *Le développement humain*

A cette époque, dans le registre onusien, le PNUD publiait en 1990 son premier rapport annuel sur le développement *humain*. Relativisant la pertinence de la croissance économique comme mesure de bien-être, celui-ci proposait un nouvel indicateur composite, combinant espérance de vie à la naissance, taux d'alphabétisation, et PIB par habitant⁶⁸. Cet indicateur de développement humain (IDH) proposait certes un classement des pays qui pouvait contraster fortement avec celui fonction du PIB par habitant⁶⁹, mais n'apportait toutefois pas de véritable changement de paradigme : il restait fortement dépendant de la mesure du PIB (qui omet tout ce qui est hors circuit monétaire⁷⁰), et de manière plus générale, le choix des variables retenues renvoyait à des valeurs occidentales traditionnelles. Les rapports sur le « développement humain » qui suivirent ne se montrèrent guère plus novateurs sur ce point. On peut ainsi lire dans celui de 1991 l'affirmation suivante: « *De même que la croissance économique est nécessaire au développement humain, le développement humain est essentiel à la croissance économique* » (Programme des Nations unies pour le développement, 1991, p. 12). Dans celui de 1996 : « *[le] développement humain est une fin dont la croissance économique est le moyen* » et « *[le] développement humain est indispensable à la durabilité de la croissance économique* » (Programme des Nations unies pour le développement, 1996, p. 1). Dans celui de 2003: « *Le développement humain favorise la croissance économique - et inversement* » (Programme des Nations unies pour le développement, 2003, p. 68).

4.1.3. *Le recadrage du problème environnemental sous l'angle du changement climatique*

Au cours des années 1980, la parution de nouveaux travaux scientifiques mettant en évidence l'existence de l'effet de serre⁷¹ faisaient émerger une nouvelle problématique : celle du changement climatique. L'Organisation Météorologique Mondiale et le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUÉ) mettait en place en 1988 le Groupe Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC), qui publiera son premier rapport d'évaluation en 1990 (les autres suivront en 1995, 2001, 2007, et 2014). Progressivement, l'attention portée à la problématique environnementale se focalisera sur la question du changement

⁶⁸ Le mode de calcul de l'IDH s'affinera au cours des différents rapports du PNUD.

⁶⁹ En 2013, par exemple, Cuba se classait à la 110^{ème} place sur 184 pays en termes de PIB/hab. mais en 44^{ème} place en termes d'IDH (International monetary fund, 2014)

⁷⁰ Ahmet Insel estimait cette part non-monétaire à ¾ du PNB pour la France en 1993, et plus encore dans les pays du Sud (Insel, 1993).

⁷¹ Cf. Travaux du Comité Charney pour l'académie nationale des sciences américaine en 1979, puis ceux du Comité Nierenberg en 1983 : « Changing Climate : Report of the Carbon Dioxide Committee ».

climatique, qui prendra de plus en plus d'importance dans le débat public, mais également dans le champ de la modélisation.

Deux grands cadres méthodologiques influencèrent particulièrement le champ de la modélisation autour du changement climatique. Le premier, développée sur la base des travaux d'Alan Manne, et dans la continuité de ceux de Von Neumann, est celui de *l'analyse d'activité*, qui propose une approche de type « bottom-up », et qui déboucha notamment sur la mise en place dès le début des années 1970 de ce qui deviendra MarkAl, un modèle d'évaluation intégré de la question énergétique⁷², puis, vers le milieu des années 1990, sur l'élaboration de MERGE, un modèle d'équilibre général inter-temporel, consacré à la question de l'approvisionnement énergétique et aux émissions de gaz à effet de serre. Le second cadre méthodologique, basé sur les travaux de Frank P. Ramsey, puis David Cass et Tjalling Koopmans, était dérivé d'un modèle classique en économie : le modèle de *croissance optimale*, qui consiste, dans une perspective « top-down », à optimiser sur le long terme une fonction d'utilité sociale – somme actualisée d'une fonction dont la consommation par tête est souvent la seule variable –, en effectuant pour chaque instant un arbitrage entre investissements et consommation. C'est dans ce cadre théorique que s'inscrivait par exemple le modèle DICE⁷³ (*Dynamic Integrated Climate-Economy model*) développé par William D. Nordhaus, présenté en 1992, qui aura une certaine influence. Dans un tel paradigme, reposant sur une maximisation intertemporelle de la consommation, la croissance économique apparaît clairement comme un objectif intrinsèquement positif et bien-fondé⁷⁴.

⁷² Ce modèle repose sur l'optimisation en termes de coût économique de la réponse technologique à une demande énergétique définie de façon exogène, sous des contraintes (par exemple environnementales) posées par l'utilisateur du modèle.

⁷³ Pour une introduction comparative des familles de modèles MarkAl et DICE nous renvoyons le lecteur à (Matarasso, 2003).

⁷⁴ Le nom de « croissance optimale » est assez explicite de ce point de vue.

5. L'émergence du mouvement de la Décroissance

Au cours des dernières décennies du XX^e siècle, la controverse autour de la croissance ne s'est jamais vraiment éteinte, mais a progressivement été relayée à l'arrière-plan des débats. Au tournant du millénaire, pour schématiser, le débat théorique semble finalement s'articuler autour de deux pôles : « *D'un côté, l'économie de l'environnement considère que la croissance économique constitue la voie permettant de disposer des moyens de financer la protection de l'environnement, moyens qui pourraient également faire l'objet d'une certaine redistribution. De l'autre, des visions théoriques plus critiques, qui considèrent que le processus de croissance est –toujours plus– générateur de dégradation environnementale et, via l'exclusion sociale, d'inégalités sociales* » (van Griethuysen et al., 2003) . Au niveau concret, le bilan que l'on peut dresser des dernières décennies de développement et de croissance économique est quant à lui mitigé : si plusieurs indicateurs témoignent d'une amélioration (par exemple l'espérance de vie moyenne dans le monde a progressé de plus de 20 ans depuis 1950 (Vallin and Meslé, 2010)), la situation demeure inquiétante à de nombreux égards : crise environnementale globale et multidimensionnelle (climat, biodiversité, cycle du nitrogène (Rockström et al., 2009), pollutions chimiques, épuisement des ressources halieutiques, érosion des sols et déforestation, etc.), accroissement des inégalités, crise culturelle, etc.

Le consensus sur la réalité de la crise écologique (même si les réponses à apporter divergent), attesté par le grand nombre de publications sur le sujet et par leurs origines diverses⁷⁵, la diffusion et la politisation du problème de déplétion des ressources fossiles –en particulier pétrolières-⁷⁶, ainsi que l'affaiblissement de la vague politique néolibérale initiée au début des années 1980, induite par une série d'échecs (crise asiatique de 1997, celle de la « nouvelle économie » et éclatement de la bulle internet en 2000, et surtout début de la crise financière en 2007), constituaient deux éléments de contexte nouveaux qui allaient favoriser la réémergence d'un discours critique (Bayon et al., 2010, p. 61).

5.1. Une réactivation de la critique au tournant du XXI^{ème} siècle

Quasiment délaissé au cours des deux dernières décennies du XX^{ème} siècle, le débat public autour de la croissance allait être réamorcé au début des années 2000, notamment en France.

C'est en juillet 2001 que Vincent Cheynet (ancien publicitaire repent) et Bruno Clémentin, fondateurs de la revue *Casseurs de pub* et de l'association éponyme, proposent le slogan « décroissance soutenable », en opposition à la notion de développement durable, et à l'idéologie de la croissance économique, dans le but d'engager un débat public. La revue écologiste *Silence* consacrera l'année suivante un dossier à la réflexion autour du mot, faisant de la *Décroissance* un thème militant. Le terme n'est pas nouveau, il fait écho, en particulier, à une sélection de travaux de Nicholas Georgescu-Roegen, traduits par Jacques Grinevald et Ivo Rens, et parue en 1979 sous le titre *Demain la Décroissance, Entropie, écologie, économie*. Le slogan fera mouche, et rapidement, plusieurs intellectuels français s'y rallieront. La même année, lors du colloque « Défaire le développement, refaire le monde », organisé par la *Ligne d'horizon* et le *Monde diplomatique* à l'UNESCO à Paris, qui réunira environ 800 participants, la notion de Décroissance est au cœur des débats. Elle attire notamment les courants antiutilitaristes, culturalistes, écologistes, bioéconomistes. En 2004, le collectif *Casseurs de pub* lance le journal *La décroissance, le journal de la joie de vivre* destinée à un public large. En 2005 a lieu la première marche pour la Décroissance avec François Schneider (qui sera renouvelée en 2006), ainsi que les premiers *Etats Généraux de la Décroissance* (Liegey et al., 2013). En 2006 est créée une revue

⁷⁵ Par exemple « The Millenium Ecosystem Assessment » (Reid et al., 2005), et les rapports de synthèse sur les changements climatiques (GIEC, 2007, 2001).

⁷⁶ Avec le rôle notable de l'association pour l'étude du pic pétrolier (ASPO), créée en 2000, qui produit et diffuse des données techniques relatives au *peak oil*. Ces données seront reprises dans les milieux écologistes, ainsi que dans les mouvements de la décroissance, qui reformulent le problème sous un angle non simplement technique, mais surtout politique (Semal, 2013).

d'étude théorique et politique de la Décroissance : *Entropia*. A partir de cette période naissent plusieurs collectifs locaux, mouvements, associations et groupes politiques, se revendiquant de la *Décroissance* ou de *l'objection de croissance*⁷⁷. Un large ensemble de personnes et de collectifs gravitent alors autour de ces idées et les supportent. On y retrouve par exemple des acteurs et actrices du champ de l'agroécologie, de l'économie solidaire, de la justice environnementale, des systèmes d'échange locaux, des *incroyables comestibles* ou encore du mouvement des villes en transition⁷⁸... Le mouvement créé autour de la Décroissance s'internationalise, se diffusant d'abord dans les pays francophones et latins (Espagne, Italie, Suisse, Belgique, Canada (Québec)). Les conférences internationales sur le thème de la « *Décroissance économique pour la soutenabilité écologique et l'équité sociale* », organisées par l'association académique *Research & Degrowth*, et soutenues entre autres par la Société Internationale pour l'Economie Ecologique (ISEE) et le *sustainable europe research institut* SERI, à Paris en 2008, puis Barcelone en 2010, Montréal et Venise en 2012, et Leipzig en 2014, contribuèrent également à son internationalisation, et firent de la Décroissance un sujet de recherche académique à part entière⁷⁹.

En parallèle, la réflexion sur les nouveaux indicateurs, éclipsée pendant les années 1980, semble revenir en force. En 2006, le think tank *New Economic Foundation* (NEF) publiait pour la première fois son indicateur *Happy Planet Index*, qui intègre des données relatives à l'espérance de vie, au bien-être ressenti, et à l'empreinte écologique. En 2007, la Commission Européenne, le Parlement Européen, l'OCDE, le Club de Rome, et le WWF organisent la conférence *Beyond GDP*. Partant du fait que les indicateurs économiques tels que le PIB n'ont jamais été conçus comme des moyens de mesure de prospérité et de bien-être, l'initiative vise à définir de nouveaux indicateurs, prenant en compte des dimensions environnementales et sociales, et à déterminer les moyens de les intégrer dans le processus décisionnel et le débat public. En 2009, la Commission sur la mesure des performances économiques et du progrès social, présidée par Joseph Stiglitz, présentait son rapport final devant le gouvernement Français, remettant en cause le PIB en tant qu'indicateur de performance et de progrès, et préconisant l'établissement d'un tableau de bord d'indices relatifs au « bien-être » (« subjectif » et « objectif »), et d'indicateurs monétaires et physiques relatifs à la « soutenabilité » (Stiglitz et al., 2009). Cette même année 2009, la Commission pour le Développement Durable, constituée à la demande du gouvernement du Royaume-Uni, rendait son rapport intitulé *Prosperity Without Growth*, dirigé par Tim Jackson. Suscitant un très grand intérêt, il sera édité en livre la même année (Jackson, 2009), et traduit en 14 langues. Etablissant le constat qu'au-delà d'un certain point, la croissance économique n'accroît pas le bien-être humain, le rapport propose de redéfinir la notion de « prospérité » au-delà de considérations simplement matérielles, et en appelle, entre autres, à l'élaboration de nouveaux cadres de réflexion macroéconomique, pour penser la transition vers une économie plus durable.

Dans ce contexte propice au questionnement sur la croissance, le mouvement de la Décroissance se développe, les idées qu'il porte interpellent, et suscitent souvent de vives réactions, de méfiance, de sympathie, d'adhésion ou de rejet.

⁷⁷ Une « proposition de généalogie de la décroissance politique en France » est consultable ici : <http://decroissance.lehavre.free.fr/politique/Genealogie-decroissance-politique.pdf>

⁷⁸ Le mouvement des "villes en transition" et le « Transition Network », sont nés en 2006 en Grande-Bretagne, inspirés du concept expérimental de transition proposé par Rob Hopkins.

⁷⁹ Le nombre de participant à ces conférences allant rapidement croissant: moins de 400 inscrits à Barcelone (2010), autour de 600 à Venise (2012), et près de 3000 deux ans plus tard à Leipzig (2014). La prochaine conférence est programmée pour 2016 à Budapest.

5.2. Qu'est-ce que la Décroissance ?

Pour Bayon et al. (2010, p. 14), « [le] terme décroissance n'est pas un concept savant mais un terme du langage courant qui fédère celles et ceux qui souhaitent une réduction de la taille physique du système économique (moins de capacité de prélèvement de ressources naturelles, moins de rejets polluants) pour des raisons écologiques, sociales et démocratiques, et qui savent que cela implique une déstabilisation radicale du PIB [...] ». Ainsi, élément lexical en premier lieu, la Décroissance s'est progressivement constituée en cadre interprétatif pour un mouvement social (Demaria et al., 2013), à travers lequel ses acteurs développent une pensée théorique et une forme de projet politique.

5.2.1. Le signifiant : un slogan provocateur

« Décroissance » est tout d'abord un terme du langage courant, devenu, depuis le début des années 2000, un slogan activiste et politique aux implications théoriques – pour reprendre les termes de Latouche (2007a) – en France, puis en Italie (« *descrescita* »), en Espagne (« *descrèixment* » en catalan, « *descrescita* » en espagnol), et dans les pays anglo-saxons (« *de-growth* », parfois aussi : « *downshifting* » ou « *downscaling* »). Il constitue ce que Paul Ariès (2009) appelle un « mot-obus », destiné à rompre avec les discours de croissance et de consumérisme, et à réactiver la réflexion autour de projets alternatifs pour un après-développement.

Le mot, utilisé dans un sens proche de celui qu'il véhicule actuellement, peut être retrouvé, probablement pour la première fois, sous la plume d'André Gorz en 1972, dans un dossier du Nouvel Observateur consacré au rapport du Club de Rome *Halte à la croissance ?* (Gorz, 1972). Il apparaît également dans un texte du philosophe André Amar publié dans la revue *Les cahiers de la Nef* en 1973, dans *Ecologie et Liberté* d'André Gorz encore en 1977, ainsi que dans l'ouvrage *La décroissance. Entropie, écologie, économie* de Nicholas Georgescu Roegen.

Le terme « Décroissance » est potentiellement ambigu, et son usage suscite en soi des débats animés au sein même du mouvement qui s'en réclame. Face aux contresens induits par la polysémie du mot⁸⁰, Serge Latouche, suggèrent, au niveau théorique, de parler de « d'a-croissance » comme on parle d'athéisme⁸¹ (Latouche, 2007a, p. 22). D'autres, à l'instar de Marie-Dominique Perrot, déploreront que ces mots, employés comme outils de « décolonisation de l'imaginaire », soient en réalité eux-mêmes « colonisés de l'intérieur » par l'imaginaire de la croissance, puisque construits à partir du même mot, et le conservant donc comme point de référence. Certains encore favoriseront « objection de croissance », en référence à l'expression « objection de conscience », tandis que d'autres adjoindront à « Décroissance » les qualificatifs « soutenable », « conviviale » ou « équitable »... (Kallis, 2011, p. 5)

Le pouvoir d'interpellation et de questionnement du mot « Décroissance » ne laisse pas indifférent, notamment en contexte de crise économique. Autour de lui se développe aujourd'hui un mouvement social.

5.2.2. Un cadre théorique et interprétatif pour un mouvement social

Empruntant à Goffman (1974) le concept de *cadres* pour l'analyse des mouvements sociaux, Demaria et al. (2013) décrivent la Décroissance comme un cadre interprétatif, dans lequel différents acteurs définissent des problèmes, diagnostiquent leurs causes, et proposent des solutions.

Le diagnostic proposé par la Décroissance attribue à la croissance économique un rôle prépondérant dans la crise sociale comme dans la crise écologique. Ce diagnostic comporte deux axes principaux interdépendants. Il repose d'une part sur le postulat de l'impossibilité pratique d'un découplage suffisant entre flux de matière-

⁸⁰ Parfois interprété comme synonyme d'une « croissance négative ».

⁸¹ Soulignant ainsi au passage le caractère religieux que revêt la croissance dans les sociétés capitalistes : « *The social imaginary of "growth" plays in capitalist societies the role that religion played in pre-capitalist ones. Economists may well be the priests of the religion of growth* » (Kallis, 2011).

énergie-déchets et croissance économique, qui se traduirait ainsi par l'*impossibilité physique* de sa poursuite indéfinie dans un environnement limité, s'opposant ainsi à la rhétorique usuelle du développement durable. D'autre part, il considère que l'accroissement de la production et de la consommation de biens et services produits par l'économie marchande se fait au détriment d'autres richesses, telles que la biodiversité, la santé des écosystèmes, la diversité et l'authenticité et la qualité des liens sociaux, etc. Refusant de se restreindre à une perspective utilitariste et à un hédonisme matérialiste, les acteurs du mouvement de la Décroissance attribuent une importance première aux revendications d'autonomie, de démocratie, de justice, de liberté ou d'égalité, auxquelles la croissance économique n'apporte pas selon eux de réponse satisfaisante. Ainsi, pour les partisans de la Décroissance, quand bien même la poursuite indéfinie de la croissance serait possible, celle-ci ne serait pas vecteur d'émancipation ou de progrès, notamment dans les pays « riches », au contraire. De là la proposition d'engager une transition vers un nouveau paradigme.

Les partisans de la Décroissance considèrent d'autre part que les biens et services produits par les économies marchandes ne sauraient constituer les seules formes de richesses. Dans une optique d'équité intra- et intergénérationnelle, la Décroissance prône comme « solution » l'abandon des modes de développement fondés sur la croissance économique, considérés comme ni désirables, ni soutenables, ni généralisables à l'ensemble de la planète, au profit de multiples alternatives à développer autour des valeurs d'autonomie, de démocratie, de justice, de solidarité, de liberté et d'égalité.

De manière synthétique, la Décroissance propose – comme « solution » – un projet politique multidimensionnel ouvert, basé sur un foisonnement d'initiatives variées et à différentes échelles spatiales et temporelles, visant à engendrer de manière démocratique une réduction socialement soutenable et équitable de la taille physique du système économique global (réduction des flux de throughput, de production-consommation-consumation) jusqu'à un niveau jugé environnementalement *soutenable*. Un tel projet impliquerait inévitablement une déstabilisation radicale du PIB des pays les plus « riches ». Une réduction de leur dépendance envers l'activité économique serait alors nécessaire, ce qui requerrait probablement de profondes transformations des institutions des sociétés capitalistes, des modes de vie, mais aussi des imaginaires. Le processus envisagé serait *sélectif* (décroissance de certaines activités, croissance pour d'autres), *différencié* (la réduction de la production-consommation-consumation concerne les pays les plus « riches », mais la « décolonisation de l'imaginaire » concernant toute société poursuivant un modèle productiviste et consumériste), *diversifié* (les alternatives à mettre en œuvre dépendraient des contextes, et seraient à décider collectivement et localement) et *transitoire*. L'horizon de la Décroissance est envisagé comme un état stable dynamique, socialement et écologiquement juste et durable à l'échelle mondiale, satisfaisant les « besoins humains de base » de tous, fondé sur des économies de proximité ouvertes stationnaires, admettant une grande diversité culturelle, caractérisé par des modes de vie variés, chacun étant unique mais virtuellement généralisable, et laissant la place à des innovations « frugales » (c'est-à-dire intégrant la notion de limites plutôt que visant à s'y soustraire) soumises au débat démocratique. L'une des hypothèses des partisans de la Décroissance est qu'en dépit d'une forme de réduction du confort matériel de certains, un tel processus, sous certaines conditions de mise en œuvre, serait émancipateur, et susceptible de permettre une amélioration de la qualité de vie, à travers par exemple une amélioration de la qualité de l'environnement, davantage de convivialité (relations désintéressées, renforcement des liens sociaux, etc.), de temps libre pour soi et pour la participation à la vie politique, d'autonomie individuelle et collective, etc. Une perspective globale que reflète bien la formule synthétique proposée par Latouche (2011), définissant la Décroissance comme « *projet de construction d'une société d'abondance frugale* ».

6. Une tentative de synthèse des idées de la décroissance

A partir des idées communes ou débattues par celles et ceux qui se réclament de la Décroissance ou de l'objection de croissance, nous tenterons dans les paragraphes qui suivent de proposer une synthèse de ses éléments essentiels⁸², en mettant en relief les filiations entre la Décroissance et divers courants dont nous avons décrit l'émergence historique au cours de la première partie.

Tout d'abord précisons que si des théories de la croissance ou du développement ont pu être élaborées en économie, il n'existe pas à l'heure actuelle de théorie de la Décroissance (Latouche, 2010). La diversité des sources, mais également des actrices et acteurs (activistes, chercheurs et chercheuses de différentes disciplines, etc., souvent plusieurs casquettes à la fois), se reflète dans la transdisciplinarité des approches⁸³ (qui lance là un défi à la surspécialisation), et dans la multiplicité des stratégies proposées. La « décroissance » ne propose en effet pas de projet « clé en main », mais se présente davantage comme un cadre de réflexion pour une « matrice » d'alternatives, que l'on peut espérer aussi nombreuses qu'il y a d'objecteurs et d'objectrices de croissance (Bayon et al., 2010; Kallis, 2011; Latouche, 2010; Martinez-Alier et al., 2010b). Il devient alors difficile d'autonomiser les idées de leurs auteurs et délicat de faire ressortir une perspective théorique commune univoque.

La déclaration issue de la conférence de Paris sur la *décroissance économique pour la soutenabilité écologique et l'équité sociale*, qui se tint le 18 et 19 avril 2008, visait justement à fournir les premiers éléments de définition de ce cadre de la Décroissance:

« [...] nous appelons à changer d'horizon et à passer de la poursuite générale et illimitée de la croissance économique au concept d'ajustement des économies nationales et mondiale.

1. Au niveau mondial, l'ajustement signifie une réduction de l'empreinte écologique totale (l'empreinte carbone incluse) jusqu'à un niveau soutenable.
2. Dans les pays où l'empreinte écologique par personne est supérieure au niveau mondial soutenable, l'ajustement signifie une réduction vers le niveau soutenable en un temps raisonnable.
3. Dans les pays où existe une grande pauvreté, l'ajustement implique une augmentation aussi rapide que possible de la consommation pour les plus pauvres, de manière soutenable, jusqu'à l'obtention d'un niveau de vie décent, selon des approches de réduction de la pauvreté déterminées localement plutôt que par des politiques imposées de l'extérieur.
4. Dans certains cas cela nécessitera une augmentation de l'activité économique, mais la redistribution de revenus et de richesse de manière intra- et inter-nationale formera l'essentiel du processus.

Ce changement d'horizon implique la décroissance dans certaines parties riches du monde.

1. Le processus par lequel on peut obtenir l'ajustement dans les pays les plus riches et globalement dans l'économie mondiale s'appelle la « décroissance ».
2. Nous définissons la décroissance comme une transition volontaire vers une société juste, participative et écologiquement soutenable.
3. Les objectifs de la décroissance sont de satisfaire les besoins humains de base et d'assurer une bonne qualité de vie tout en réduisant l'impact écologique de l'économie mondiale à un niveau soutenable, également réparti entre les nations. Ceci n'est pas possible en cas de contraction involontaire de l'économie.
4. La décroissance demande une transformation du système économique mondial et des politiques promues et poursuivies au niveau national, pour permettre la réduction et à terme l'éradication de la pauvreté la plus totale, pendant que l'économie mondiale et les économies nationales non-soutenables décroissent.
5. Une fois l'ajustement réalisé par un processus de décroissance, il s'agira de maintenir une économie stable dont le niveau de consommation fluctuerait légèrement.

⁸² Pour des développements plus détaillés au sujet de la Décroissance, nous renvoyons par exemple le lecteur à (Bayon et al., 2010; Demaria et al., 2013; Kallis, 2011; Latouche, 2009).

⁸³ Au sens où celles-ci débordent le cloisonnement des disciplines : d'une part, par les méthodes et connaissances qu'elles impliquent, et d'autre part, par leurs finalités, qui ne restent pas inscrites dans la recherche disciplinaire proprement dite, mais qui consistent davantage en l'appréhension du monde dans sa complexité.

6. En général, le processus de décroissance se caractérise par :

- une priorité accordée à la qualité de vie plutôt qu'à la quantité de consommation,
- la satisfaction des besoins humains de base pour tous
- le changement sociétal fondé sur des actions et des politiques individuelles et collectives,
- une baisse sensible de la dépendance envers l'activité économique, et une augmentation du temps libre, de l'activité non rémunérée, de la convivialité, du sens de la communauté, et de la santé individuelle et collective,
- l'encouragement à la réflexion sur soi, à l'équilibre, la créativité, la flexibilité, la diversité, le civisme, la générosité et le non matérialisme,
- l'observation des principes d'équité, de démocratie participative, le respect des droits humains, et le respect des différences culturelles. [...] » ("Degrowth Declaration of the Paris 2008 conference," 2010)

Ce texte apporte des éclaircissements sur les aboutissements *souhaités* d'un projet de Décroissance, son « horizon », et sur les caractéristiques que celui-ci *devrait* revêtir. Néanmoins, la « définition » proposée demeure encore floue et lacunaire : par exemple, ni les moyens, ni les acteurs précis du processus envisagé ne sont définis. Elaborer *une* définition rigoureuse de ce projet se révèle alors particulièrement délicat. En dépit de la diversité des approches, des points de vue, et des stratégies proposées, nous tenterons dans les paragraphes qui suivent de décrire les éléments qui semblent faire le plus consensus à l'heure actuelle sur ce à quoi correspond le projet de la Décroissance.

On retrouve notamment parmi ceux-ci deux notions centrales : d'une part, une réduction socialement soutenable et équitable de la production et de la consommation en termes physiques dans une optique de soutenabilité écologique ; et d'autre part une *déséconomisation* de la société, c'est-à-dire la réduction du domaine régi par la rationalité économique de marché. Autour de ces deux notions que nous exposerons plus en détail, gravitent un ensemble de débats et réflexions transverses, interdépendantes, que soulève la Décroissance, et que nous présenterons ensuite brièvement : quelles propositions concrètes de mise en œuvre sont proposées ? Quelle compatibilité avec le capitalisme ? Quelles conséquences sur l'emploi ? Quel point de vue sur la démographie ? Le projet de Décroissance s'applique-t-il à tous les pays (« riches » et pauvres ?), etc.

6.1. Une réduction de la production et de la consommation en termes physiques pour une soutenabilité écologique et physique

La première notion qu'implique le projet de la décroissance repose sur le constat suivant lequel l'empreinte écologique de la planète, et en particulier celle des pays industrialisés a atteint des niveaux insoutenables. Ce constat, appuyé par de nombreux travaux⁸⁴ (en particulier dans le champ de l'écologie qui constitue l'une des premières sources de la décroissance) s'accompagne d'un constat : celui des inégalités au sens écologique, en termes de tirage et de consommation des ressources, ainsi que d'atteintes à l'environnement (rejets polluants, GES, déchets), entre pays « développés » et pays du « Sud ».

Se positionnant dans une perspective d'équité, les objecteurs de croissance prônent une réduction des inégalités, notamment écologiques (Bayon et al., 2010; Latouche, 2007a). Dans cette optique, admettre un droit égal aux ressources naturelles tout en conservant une empreinte écologique « soutenable⁸⁵ » pour la planète implique alors une forte diminution des niveaux matériels de consommation et de consommation des pays « développés ».

Empruntant au champ de l'économie écologique, développée notamment par Herman Daly et Joan Martinez-Allier, la Décroissance préconise une réduction équitable et socialement soutenable des « *throughputs* », c'est-à-dire des flux de matériaux et d'énergie que la société extrait, traite, transporte, consomme, et transforme en

⁸⁴ (GIEC, 2007, 2001; Meadows et al., 2004; Michel et al., 2010; Wuppertal Institut, 1995)

⁸⁵ La notion de soutenabilité est une notion vague. Rappelant le caractère entropique de la vie, Nicholas Georgescu-Roegen soulignait que l'espèce humaine, comme toute espèce vivante, est condamnée à disparaître ; la question étant seulement celle de l'échéance (Georgescu-Roegen, 1995).

déchets (Kallis, 2011), ou encore comme un ralentissement de son « métabolisme » (Kallis, 2011; Martinez-Alier et al., 2010a).

Toutefois, au contraire de la rhétorique de la « croissance verte » ou du développement durable *mainstream*, les objecteurs de croissance estiment que cette réduction des flux est incompatible avec une croissance économique mesurée par l'augmentation du PIB (Kallis, 2011). A la base de cette position se trouvent les arguments suivants (Kallis, 2011) : la poursuite de la croissance économique, d'une part, épuiserait inéluctablement les ressources non-renouvelables d'énergie et de matériaux (Heinberg, 2010), et d'autre part, imposerait des attentes irréalistes en termes d'amélioration de l'efficacité ou de ruptures technologiques, si l'on souhaite par exemple rester en dessous des seuils d'émissions de GES préconisés par le GIEC (Jackson, 2009; Victor, 2012). Les gains en efficacité (efficacité énergétique, etc.) sont par ailleurs jugés certes souhaitables voire nécessaires, mais insuffisants à eux-seuls, car compensés - partiellement ou totalement - par des « effets rebond », ceux-ci pouvant être décrits comme l'augmentation de consommation engendrée par la réduction des limites à l'utilisation d'une technologie donnée⁸⁶ (Sorrel, 2008, cité par Kallis, 2011; Polimeni, 2008; Schneider, 2003). Ainsi, ces « effets rebond » expliqueraient en grande partie pourquoi le « découplage » entre croissance économique et flux de matériaux, d'énergie et de déchets - y compris émissions de GES -, *espéré* par les défenseurs de la croissance, n'est pas observé dans les faits (Jackson, 2009). Quant à la thèse de l'évolution possible vers une économie de services « dématérialisée », celle-ci ne peut certes être réfutée dans l'abstrait, mais apparaît peu réaliste en pratique aux objecteurs de croissance, l'économie immatérielle reposant finalement sur une infrastructure qui elle, est bien matérielle (Flipo et al., 2009; Latouche, 2011, p. 128), comme en témoigne par exemple la part importante des services dans la consommation énergétique (Odum and Odum, 2001). Pour ces raisons, les objecteurs de croissance, optant pour une attitude prudente, postulent que la croissance économique se traduit inévitablement par une augmentation du *throughput*. Ils préconisent donc, plutôt que de compter sur une dématérialisation jugée plus qu'improbable ou sur des « miracles » technologiques, une *limitation* de la taille de l'économie ("Degrowth Declaration of the Paris 2008 conference," 2010; Kallis, 2011). En cela, les partisans de la décroissance s'opposent fondamentalement aux thèses de la « croissance verte » ou du « green new deal », basées principalement sur l'idée que les progrès de la science moderne se traduiraient par une amélioration continue de la connaissance et de la maîtrise de la nature, conduisant conjointement à une réduction elle aussi continue des impacts environnementaux liés au processus économique⁸⁷, et à une amélioration universelle des conditions de vie, *via* les progrès techniques (Bayon et al., 2010, p. 103).

Si la Décroissance s'inscrit dans le champ de l'économie écologique, né des travaux fondateurs de Boulding, Odum et Georgescu-Roegen que nous avons mentionné dans la première partie de ce chapitre, les objecteurs de croissance se rangent plutôt du côté de ce dernier. S'appuyant sur son analyse thermodynamique, ou « bioéconomique » qui met en évidence le caractère entropique du processus économique, ils se prononcent en faveur, non pas d'une croissance nulle ou d'un état stationnaire – d'ailleurs longtemps prôné par Daly (Daly,

⁸⁶ La logique économique des « effets rebond » (ou du « paradoxe de Jevons », du nom de l'économiste britannique qui l'a mis en évidence en 1865) repose sur le fait que l'amélioration de l'efficacité d'une technique réduit les coûts unitaires de production, ce qui favorise la croissance de la consommation de la marchandise liée (bien ou service), ou bien d'une autre. Dans le premier cas, on parle d'effet rebond « direct », dans le second cas, quand les ressources libérées sont réinvesties dans la consommation de produits différents, d'effet rebond « indirect ». La littérature scientifique identifie également des effets rebonds de transformation structurelle. Bayon et al. (2010, p. 134) donnent l'exemple de l'essor des supermarchés face aux petits commerces, de la modification de l'urbanisme et des systèmes de besoins liés au développement de l'automobile.

⁸⁷ La définition adoptée lors du Grenelle de l'environnement par le Ministère de l'Ecologie du Développement Durable des Transports et du Logement reflète bien ce point de vue : « La « croissance verte » est la croissance de nouvelles technologies et de nouveaux services qui vont nous permettre d'adopter des modes de vie, de consommation et de production plus sobres en ressources naturelles et faiblement émetteurs de carbone et de gaz à effet de serre » (Conseil régional d'Aquitaine, 2011)

1971, 1996, 1973) -, mais d'une décroissance volontaire⁸⁸ du système économique, seule à-même de permettre une réduction du flux entropique, jugé actuellement trop élevé, jusqu'à un niveau soutenable.

Cette notion de niveau *soutenable* met en exergue le caractère *transitoire* du processus de décroissance envisagé. Il ne s'agit en effet ni de « *préconiser la décroissance pour la décroissance* » (Latouche, 2007a, p. 20), ni de prôner une décroissance indéfinie, ce qui reviendrait au final à arrêter toute production⁸⁹. Le processus de décroissance est au contraire envisagé comme transition vers un *état stable dynamique*, globalement équitable et *soutenable*, au sein duquel les niveaux de consommations énergétique et matérielle, (ainsi que la population) ne seraient sujets qu'à de faibles fluctuations. Se pose alors la question *technique* suivante : jusqu'à quel point, concrètement, faudrait-il décroître les flux de matière-énergie-déchets pour atteindre un niveau *soutenable* ? Sur ce point, le débat -qui renvoie à la définition même du concept de *soutenabilité écologique*- reste ouvert. Pour Daly (1991), un tel niveau doit respecter *a minima* les trois conditions suivantes : le rythme de consommation des ressources renouvelables ne doit pas excéder celui de leur régénération, le rythme de consommation des ressources non-renouvelables ne doit pas excéder celui du développement de substituts renouvelables et durables, et enfin, le rythme d'émission de pollution ne doit pas excéder les capacités d'absorption et d'assimilation de l'environnement. On retrouve ici le paradigme de soutenabilité forte, adopté par l'économie écologique, et que défendent les partisans de la Décroissance. Pour illustrer ce à quoi pourrait correspondre une empreinte écologique soutenable, Latouche (2011) évoque quant à lui le cas la France des années 1960⁹⁰. Il est à noter que la notion d'état stable envisagée dans ce cas ne concernerait que le flux de *throughput* et devrait laisser la place aux changements qualitatifs et aux innovations économiques, sociales et culturelles (Daly, 1996). Enfin, au-delà du critère de soutenabilité écologique, la détermination de l'amplitude souhaitable de la décroissance du système économique soulève une question plus globale, elle aussi en débat : celle de savoir s'il existe ou non une « taille » optimale de l'économie, et si oui, laquelle.

Par ailleurs, décroissance globale de l'économie au niveau macro ne signifie pas décroissance *uniforme* du capital artificiel, et des productions et consommations. En effet, replacer la société dans le cadre de ses limites écologiques requerrait probablement -intuitivement- une diminution du nombre d'aéroports, d'infrastructures de transport à haute vitesse ou d'usines dédiées à la production de gadgets superflus (Kallis, 2011; Latouche, 2009). Dans le même temps la production de certains biens et services pourrait être amenée à croître, par exemple pour les bicyclettes, les infrastructures pour les énergies renouvelables, les services sociaux (éducation et santé), etc. (Kallis, 2011; Latouche, 2009). Cette remarque introduit la notion de décroissance *sélective* (Latouche, 2009), laquelle ouvre un débat *politique* sur la nature des activités d'extraction-production-consommation qui doivent décroître, et de celles qui doivent croître (Kallis, 2011). Dans cette optique, Paul Ariès (2007) distingue les « *usages* », pour lesquels il prône une quasi-gratuité, des « *mésusages* » qu'il conviendrait de renchérir. De manière générale, il s'agit d'ouvrir la discussion autour de la redéfinition des systèmes de besoins, ainsi que d'opérer une redistribution des ressources entre consommation privée et publique, ainsi qu'à l'intérieur et entre les générations (Kallis, 2011). Si l'intégration des externalités dans les coûts (par exemple *via* une fiscalité ambitieuse ou une obligation d'assurance *totale* pour décourager les

⁸⁸ La « décroissance » du système économique est, suivant le paradigme bioéconomique, un horizon inéluctable, compte tenu de la non-soutenabilité des flux actuels de throughputs qui mènent à l'épuisement des stocks de basse entropie (ressources fossiles). Toutefois, pour les objecteurs de croissance, si cette décroissance n'est pas anticipée mais subie, elle revêtirait alors les aspects d'un effondrement du système économique aux conséquences imprévisibles mais très probablement catastrophiques.

⁸⁹ Si certains anarcho-primitivistes prônent une forme de retour à des sociétés de type pré-industrielles, et si certains auteurs envisagent un retour possible à un « âge de pierre » (par exemple Richard C. Duncan) telle n'est pas l'opinion dominante chez les partisans de la Décroissance.

⁹⁰ Ce faisant, Latouche ne prône en aucun cas un simple « retour en arrière », dont il est par ailleurs conscient de l'impossibilité (ne serait-ce qu'en considérant les pertes de biodiversité ou autres dommages environnementaux irréversibles). Plutôt qu'un pas en arrière, c'est un « pas de côté », basé sur des choix et des partages différents, que prônent les partisans de la Décroissance.

activités nuisibles ou à risques) pourrait constituer un outil utile⁹¹ (Latouche, petit traité), les objecteurs de croissance considèrent néanmoins que cet arbitrage entre –entre autres- valeur d’usage et impact environnemental ne peut être laissé aux seules forces du marché, ceci pour des raisons d’éthique, mais également de pragmatisme politique (Kallis, 2011).

Enfin, la décroissance du système économique, caractérisée par la réduction *globale* de production et de consommation-consumation matérielle, se traduirait logiquement par une décroissance de l’indicateur PIB⁹². La décroissance de cet indicateur n’est pas envisagée comme un objectif *en soi*, mais apparaîtrait comme une *conséquence* inévitable de la réduction du *throughput* (Kallis, 2011). Elle ne pourrait cependant constituer une « mesure » pertinente de la Décroissance, dont les dimensions multiples ne sauraient être reflétées par un indicateur unique. L’emploi du terme « Décroissance » laisse en effet parfois penser qu’il désigne simplement le contraire de la croissance mesurée par le PIB, c’est-à-dire une « croissance négative » (un oxymore en vogue ces dernières années) ou une récession, ce qui n’est pas le cas (Latouche, 2007a). Les objecteurs de croissance s’accordent à dire qu’un ralentissement de la croissance ou qu’une décroissance du PIB dans une société de croissance constitue un désastre social, et à plus long terme, écologique⁹³, à l’image de la « crise » actuelle en Europe (Bayon et al., 2010; Latouche, 2011). La question qui se pose est donc de savoir si cette décroissance du PIB, conséquence inévitable et non but d’un processus de décroissance, peut avoir lieu de façon socialement et environnementalement soutenable (Kallis, 2011).

6.2. Une déséconomisation pour une soutenabilité sociale

« La bonne nouvelle est que ce n’est pas d’abord pour éviter les effets secondaires négatifs d’une chose qui serait bonne en soi qu’il nous faut renoncer à notre mode de vie comme si nous avions à arbitrer entre le plaisir d’un mets exquis et les risques afférents. Non, c’est que le mets est intrinsèquement mauvais, et que nous serions bien plus heureux à nous détourner de lui. Vivre autrement pour vivre mieux. » (Illich, 2002, cité par Latouche, 2003)

Si les partisans de la décroissance admettent la thèse des limites physiques à la croissance, ils considèrent en outre que celle-ci ne crée plus de progrès ici et maintenant, et que même si sa poursuite était possible, elle ne serait en rien émancipatrice (Bayon et al., 2010, p. 129).

Un nombre croissant d’études empiriques venant de la littérature économique et psychologique suggèrent en effet que la croissance des revenus ne se traduit pas nécessairement en croissance de la satisfaction de vie ou du bonheur, au-delà de certains seuils⁹⁴. Le développement de nouveaux indicateurs a permis de mettre en évidence ce type décrochage. Ainsi, on constate dans les pays « riches » (Etats-Unis, pays de l’Europe Occidentale) une évolution de plus en plus divergente entre PIB et indicateurs monétaires de type « PIB corrigé », tels que l’indice pour un bien-être soutenable de Daly et Cobb, ou encore l’indice de progrès véritable (*Genuine Progress Index*) (Bayon et al., 2010; Gadrey and Jany-Catrice, 2005a; Stiglitz et al., 2009, pp.

⁹¹ Mais par ailleurs complexe à mettre en œuvre. Il nécessiterait probablement de profonds changements politiques et sociaux au préalable (Martinez-Alier, 2002).

⁹² En effet, si une poursuite de la croissance du PIB entraînée par une croissance de la valeur marchande, en parallèle d’une réduction du contenu matière est recevable en théorie, elle apparaît peu souhaitable dans une logique productiviste. On pourrait prendre l’exemple de la rente pétrolière qui augmente au fur et à mesure que les ressources s’épuisent (plus vite que le niveau général des prix), ce qui va dans le sens d’une croissance du PIB en euros constants. Ceci impliquerait néanmoins une déconnexion de la valeur d’échange avec la valeur d’usage, et déboucherait sur un rationnement drastique, surtout pour les plus pauvres (Latouche, 2011).

⁹³ Si à court terme, la récession de 2008-2009 s’est traduite par une réduction des émissions de CO₂, elle remet également en cause le financement d’activités de maintenance industrielle, ce qui pourrait avoir à plus long terme des conséquences écologiques dramatiques. Par ailleurs, les mesures politiques de relance de la croissance et de l’emploi, envisagées dans une perspective à court terme, conduisent souvent à financer des activités économiques à haut impact environnemental.

⁹⁴ Nous renvoyons sur ce point aux éléments de bibliographie proposés par (Bayon et al., 2010, p. 152, note 22)

154–155). Cette évolution reflète le fait qu'une part grandissante des activités valorisées monétairement correspond à des activités de *compensation* et de *réparation* des dégâts sociaux et environnementaux occasionnés par le développement économique (Bayon et al., 2010). Suivant ces constats, la croissance serait donc de plus en plus socialement et environnementalement « antiéconomique » au sens où ses coûts rattraperaient voire dépasseraient ses bénéfices (« Déclaration issue de la conférence de Paris sur la décroissance économique pour la soutenabilité écologique et l'équité sociale, » 2008). On y retrouve ici l'idée de coûts sociaux de la croissance avancée à l'époque par Kapp puis Mishan par exemple. Par ailleurs, dans la lignée de la controverse soulevée à l'époque par Easterlin (1974) si l'on s'intéresse, au niveau mondial, aux indicateurs traditionnellement associés au « bien-être » collectif, tels qu'espérance de vie, scolarisation, inégalités de revenu, homicides, etc., on s'aperçoit que la corrélation avec le PIB est faible voire parfois inexistante (Gadrey and Jany-Catrice, 2005a), de même qu'entre PIB et certains indicateurs intégrant des composantes subjectives, tels que le *Happy Planet Index*⁹⁵.

Ces résultats viennent chiffrer et illustrer les observations et analyses sur lesquelles s'appuient les mouvements de la décroissance, notamment celles portant sur la société de consommation. Celles-ci font ressortir trois éléments clés sur lesquels repose la croissance : la publicité qui impulse le désir de consommation, le crédit qui en donne les moyens et l'obsolescence programmée et accélérée des produits qui en renouvelle la nécessité (Latouche, 2007a). Le premier de ces éléments, la publicité, dont l'une des caractéristiques idéologiques fondamentales est de susciter l'insatisfaction, la frustration, de créer du manque pour provoquer l'acte d'achat, se trouve particulièrement montrée du doigt (Ariès, 2003; Bayon et al., 2010, p. 145; Brune, 2012, 1997). Pour Jean Baudrillard (1970, cité par Latouche, 2011), « *une des contradictions de la croissance est qu'elle produit en même temps des biens et des besoins, mais qu'elle ne les produit pas au même rythme* ». Ainsi, cette création incessante de « besoins » engendrerait finalement un état de paupérisation psychologique et d'insatisfaction généralisée, faisant alors apparaître la société de consommation comme une « société de consolation » (Bayon et al., 2010, p. 143), et la société de croissance comme « le contraire d'une société d'abondance » (Latouche, 2011).

Il s'agit alors de réexaminer les notions de besoins, d'abondance et de rareté, et avec elles, celles de richesse et de pauvreté. Soulignant que « *la frugalité est une condition préalable à toute forme d'abondance* » (Latouche, 2011, p. 25), Latouche (2011, p. 7) propose de définir la « décroissance » comme « *projet de construction d'une société d'abondance frugale pour sortir des apories de la société de consommation* ». Cette interprétation implique le rejet du double présumé de rareté des ressources et d'illimitation des besoins⁹⁶, au fondement même du paradigme d'*homo œconomicus* et plus généralement de la « science » économique (Rist, 2010, p. 101-106). Celle-ci se trouve par ailleurs remise en question par nombre d'acteurs du mouvement, autant dans ses compétences que dans sa prétention scientifique. Dans une tradition antiutilitariste, la Décroissance entend déconstruire la conception de l'humain comme « agent économique », remettre en cause la centralité du rôle des échanges marchands dans les relations humaines et l'organisation de la société, et défendre l'idée d'une société fondée sur l'universalisme du don (*homo donator*) et sur l'association (*homo reciprocans*) plutôt que sur l'entreprise à but lucratif (Bayon et al., 2010, p. 52). Elle appelle pour cela, suivant les termes employés par Latouche, une véritable « *décolonisation de l'imaginaire* ». La Décroissance s'entend dès lors comme un projet de *déséconomisation* des esprits, des institutions et de la société, ou en d'autres termes, comme un « *rétrécissement de la sphère régie par la rationalité économique au sens moderne* » (Gorz, 1993a, p. 93), au profit d'un autre type de rationalité. Ce qui impliquerait un vaste processus de transformations en termes d'organisation politico-économique et sociale, au sujet duquel le débat est ouvert.

⁹⁵ www.happyplanetindex.org

⁹⁶ « La notion de « besoin » est elle-même hautement improbable et correspond en première approximation à une naturalisation des désirs » (Rist, 2010a, p. 101)

6.3. Quelques propositions concrètes du mouvement

Les réflexions présentées ci-dessus constituent le support du projet de la Décroissance. Ce dernier, pour Latouche, relèverait d'une « *fiction performative* », d'une « *utopie concrète* », c'est-à-dire d'un projet de construction d'un futur idéal mais pas irréel, qui « *tente d'explorer les possibilités objectives de sa mise en œuvre* » (Latouche, 2007a, p. 54). Cette volonté de concrétisation se traduit par l'intérêt porté aux propositions d'alternatives pratiques et effectives, susceptibles de s'inscrire dans le cadre de la Décroissance, et d'en porter le projet. La Décroissance est ainsi pensée comme une « *matrice d'alternatives* » concrètes (Latouche, 2014a), dont les orientations clés pourraient s'exprimer sous la forme de plusieurs objectifs interdépendants en 'R'⁹⁷ (Latouche, 2007a) : réévaluer (les valeurs de la société, perçue comme condition à tout changement), reconceptualiser (par exemple les notions de richesse et de pauvreté, de rareté et d'abondance...), restructurer (l'appareil de production et les rapports sociaux), relocaliser (la production, l'économie, la politique, la culture...), redistribuer (les richesses et le patrimoine naturel, entre le Nord et le Sud, mais aussi à l'intérieur de chaque société, et entre les générations), réduire (la production, la consommation, mais aussi le temps de travail), réutiliser, recycler, etc.

Parmi ces objectifs, la relocalisation ouverte- ou reterritorialisation - constitue un élément majeur : d'une part du fait de sa déclinaison possible et relativement directe en un programme politique ; d'autre part car elle condenserait plusieurs impératifs de la décroissance, en permettant par exemple une réduction de l'empreinte énergétique par dégonflage des consommations intermédiaires (transports, emballages, etc.), en encourageant par réinvention d'une « culture du local » une certaine dé-marchandisation, ou encore en favorisant la démocratie participative - une unité politique étant supposée d'autant plus contrôlable par ses citoyens que sa taille est petite⁹⁸. Pour les objecteurs de croissance, cette reterritorialisation ne s'envisage toutefois pas comme un repli communautaire autarcique, mais comme un « retissage organique du local » dans une perspective d'autonomie⁹⁹, dans lequel les relations transversales doivent être favorisées (Latouche, 2011, 2007a). Une telle conception n'est d'ailleurs pas sans rappeler la pensée gandhienne et le principe de « *swadeshi* ». C'est en grande partie dans cette optique que s'inscrivent par exemple le mouvement *Cittaslow*¹⁰⁰, le concept de « villages urbains », ou encore l'idée de « confédération de *dèmoi* », c'est-à-dire de petites unités homogènes de taille limitée (à environ 30 000 habitants), suggérée par Takis Fotopoulos (2002).

Les propositions de mesures politiques et d'alternatives concrètes soumises au débat et parfois à l'expérimentation, et susceptibles de porter le projet de décroissance, sont nombreuses et diverses. Il peut par exemple s'agir de : régulations, fiscalités¹⁰¹ ou systèmes de quotas visant à défendre et améliorer la gestion collective des biens communs, (en particulier en ce qui concerne l'extraction de ressources fossiles et non-renouvelables, la surexploitation des ressources naturelles, les impacts environnementaux, ou encore la surconsommation de biens et services « non durables ») ; politiques de protection sociale, notamment l'introduction d'un revenu inconditionnel ou d'une « dotation inconditionnelle d'autonomie¹⁰² » ; l'instauration d'un revenu maximal ; politiques de réduction et de partage du temps de travail ; mesures restrictives pour la

⁹⁷ En écho à la charte « consommations et styles de vie » proposée au Forum des organisations non gouvernementales de Rio lors de la conférence des Nations unies sur l'environnement et le développement de 1992, qui retenait un programme en 6 'R' : réévaluer, restructurer, redistribuer, réduire, réutiliser, recycler.

⁹⁸ La contrepartie étant que ses domaines de souveraineté se trouvent restreints.

⁹⁹ La notion d'autonomie est à prendre ici au sens large. Il convient néanmoins de noter que dans le cadre de la relocalisation, la recherche de l'autosuffisance alimentaire, en tant que condition matérielle minimale d'autonomie, constitue pour beaucoup une priorité.

¹⁰⁰ <http://www.cittaslow.org/index.php>, <http://slowmouvement.wordpress.com/slow-city/>

¹⁰¹ “[...]whereas there is agreement on the need to set limits to the social domains upon which market rationality applies (Gorz,1994), there is also pragmatism in that some environmental bads, such as CO2 emissions, may need to be priced and taxed, if they are to be reduced (Latouche, 2009).” (in Kallis, 2011)

¹⁰² Une dotation inconditionnelle d'autonomie pourrait être envisagée sous forme de monnaie locale, de droits d'accès à certaines ressources et services jugés essentiels, ou encore comme la combinaison de différentes formes. Pour plus de détails : (Liegey et al., 2013)

publicité ; moratoires sur les méga-infrastructures (barrages, centrales nucléaires, transport à haute vitesse, etc.) ; promotion des monnaies locales sans intérêt ou fondantes ; mise en place de nouveaux statuts pour l'action collective à but non lucratif ; réutilisation des maisons vides et cohabitat ; etc. ("Degrowth Declaration Barcelona," 2010). Elles s'envisagent à différentes échelles, du global (par exemple une taxe sur les émissions de CO₂, la réduction du temps de travail) au local (monnaies locales, systèmes d'échange locaux, réutilisation de maisons vides, cohabitat, banques de temps, etc.). La difficulté d'appréhender théoriquement le potentiel et les impacts de telles alternatives rend l'expérimentation sociale incontournable. Dans cette optique, une diminution des échanges marchands, afin de desserrer les contraintes de rentabilité et de productivité et de dégager le temps libre nécessaire, se révélerait ici aussi essentielle (Bayon et al., 2010, p. 188).

Néanmoins, la possibilité effective de mise en place de telles alternatives soulève des interrogations : les expériences actuellement menées à petite échelle resteront-elles en marge de l'économie, ou seront-elles capables de constituer les bases d'une société de décroissance en se multipliant et en se répliquant à une échelle supérieure ? De plus, de tels projets ne risquent-ils pas de se heurter à la résistance des groupes, firmes et institutions qui verraient leurs intérêts lésés par l'instauration de mesures environnementales et sociales ambitieuses, et qui disposent actuellement d'un fort pouvoir économique, médiatique et politique ? Par ailleurs, si la décroissance est envisagée comme une décision de produire et consommer moins à l'échelle de la société, rien n'indique *a priori* que cette décision soit prise de façon collective et démocratique, en particulier puisqu'il s'agit – à première vue – d'aller à l'encontre de l'axiome du « plus = mieux », lequel semble avoir profondément colonisé l'imaginaire dominant aujourd'hui nos sociétés. Aussi se posent les questions suivantes : qui portera les idées de la décroissance, pour quelles raisons, et par quels moyens ? (Kallis, 2012)

6.4. Les stratégies du mouvement et la question démocratique

Les stratégies envisagées pour la mise en place d'alternatives ou pour leur évolution en un changement social de grande ampleur demeurent assez floues (Martinez-Alier et al., 2010b). Si en France, Cheynet a créé en 2006 un parti politique pour la Décroissance (première version du PPLD) dans une visée clairement électorale, et si plusieurs objecteurs de croissance ont proposé leur candidatures aux législatives de 2007 et de 2012, l'idée d'institutionnaliser le mouvement de la Décroissance ne fait pas l'unanimité. Certains, à l'instar de Latouche, considèrent que la Décroissance ne saurait justifier la création d'un parti dédié, et qu'une institutionnalisation prématurée – tant que les conditions pour une société de Décroissance ne seraient pas réunies¹⁰³ – porterait par ailleurs un risque d'enlèvement dans le jeu de la « politique politicienne » (Latouche, 2007a, p. 144), notamment dans le cadre actuel, jugé peu démocratique. La question sous-jacente est en fait la suivante : l'espace politique demeure-t-il un domaine d'intervention pertinent pour les mouvements de la décroissance ? (Bayon et al., p. 225). Pour le moment, le mouvement français de la Décroissance semble privilégier une stratégie de « masse critique », en misant sur une convergence avec d'autres mouvements sociaux et en recherchant non pas la prise de pouvoir, mais plutôt une *réduction* des pouvoirs (Liegey, 2012). De manière générale, dans chaque pays, les initiatives ont, jusqu'à présent, le plus souvent émergé « de la base » (*grassroot*), en dehors du cadre politique traditionnel, sollicitant largement le paysage associatif (AMAP, SEL, coopératives de consommation, etc.), avec comme perspective la multiplication des lieux de discussion et d'autodétermination. Demaria et al.(2013) distingue trois axes dans lesquels s'inscrivent ces initiatives : un axe 'anticapitaliste' ; un axe 'post-capitaliste' ; et un axe 'malgré-le-capitalisme'.

Cette notion d'autodétermination renvoie à celle d'*autonomie* que l'on pourrait ici définir principalement d'après les approches – différentes, mais d'une certaine façon complémentaires – d'Ivan Illich (2003) (pour qui

¹⁰³ La décroissance nécessitant préalablement, selon Latouche, une évolution des mentalités, une « décolonisation de l'imaginaire ». On notera que dans cette perspective, la transformation de la société implique la participation de l'ensemble de la population: le sujet porteur de la décroissance serait donc nécessairement pluriel (Latouche, 2011), ce qui rejoint la thèse de Castoriadis pour qui l'idée d'un lien entre alternatives et forces sociales précises n'est pas pertinente dans les sociétés modernes (Castoriadis, 2011).

l'autonomie requiert des outils technologiques et institutionnels « conviviaux », c'est-à-dire facilement et librement maîtrisable par l'humain, ne contraignant pas l'expression de sa créativité, et dont l'influence ne s'exerce qu'à échelle réduite, sans induire de « monopole » ou de (re)structuration particulière de la société dans son ensemble - la relation entre échelle et démocratie étant inverse selon lui) et surtout de Cornelius Castoriadis. La notion d'autonomie (*auto-nomos*) s'entendant pour ce dernier comme la capacité d'une société à collectivement et continuellement être en mesure de remettre en question et changer ses normes et institutions. Plus concrètement, son « projet d'autonomie » renvoie, à l'échelle de la société, à l'instauration d'une démocratie radicale, c'est-à-dire une démocratie directe sur le plan politique, conjuguée à une autogestion de la production sur le plan économique ; et dans laquelle l'égalité des conditions de tous est admise comme condition de liberté. On retrouve cet attachement aux valeurs de démocratie et d'égalité des conditions – non pas d'uniformité- au cœur de la réflexion des différents auteurs de la décroissance, ainsi que dans les pratiques des différents groupes locaux, ou encore dans l'intérêt marqué pour les procédures de décision fortement participatives¹⁰⁴, dont font preuve les participants aux diverses rencontres organisées sur cette thématique. Le projet de la Décroissance doit ainsi, selon ses partisans qui s'accordent à dénoncer « *la menace que les institutions de la croissance économique font peser sur la démocratie* »¹⁰⁵ (Bayon et al., p207), passer par une « repolitisation de la société et une resocialisation de la politique », par un « réveil du projet démocratique », sans lequel l'aggravation de la crise écologique risquerait de se traduire par l'intégration de l'écologie dans une idéologie néofasciste (Castoriadis cité par Latouche, 2014b).

6.5. Quelques questions en suspens...

6.5.1. La Décroissance implique-t-elle une sortie du capitalisme ?

Dans de le processus de déséconomisation préconisé par la Décroissance, l'évolution du rôle des institutions de l'économie marchande (monnaie, marché, salariat, profit, actionnariat, propriété...) et de l'Etat dans l'économie constitue à l'heure actuelle un point de désaccord entre différents courants au sein de la décroissance. Si le courant culturaliste de la décroissance appelle une émancipation des sociétés humaines vis-à-vis des institutions marchandes, certains considèrent que la sortie de l'économie de croissance n'implique pas de « *renoncer à toutes les institutions sociales que l'économie a annexées, comme la monnaie et les marchés, mais de les ré-enchâsser dans une autre logique* » (Latouche, 2006, p. 189), de les « *restituer à la sociabilité* » (Latouche, 2011)¹⁰⁶. Il s'agirait, pour reprendre le vocable de Polanyi (Polanyi, 1983a (1944)), de « *ré-enchâsser* » l'économie - mais aussi la politique - dans le social ainsi que dans l'environnement. La question est la suivante : les institutions fondamentales des économies de marché capitalistes, dans lesquelles la majorité d'entre nous vivons aujourd'hui, sont-elles compatibles avec une décroissance volontaire vers un état stable? Autrement dit : « *La décroissance est-elle soluble dans le capitalisme ?* » (Latouche, 2011, p. 104).

A ce sujet, si certains auteurs tels Jackson (2009) ou Konrad Ott (in Cattaneo et al., 2012) ne pensent pas qu'il faille nécessairement remettre en cause la structure et les institutions fondamentales des sociétés capitalistes, une littérature de plus en plus significative semble soutenir la thèse selon laquelle la recherche de la croissance constituerait une caractéristique structurellement inhérente au capitalisme (Harvey, 2006; Kallis, 2011). Les institutions telles que le crédit, la dette et le taux d'intérêt (Douthwaite, 2010; Löhr, 2010), ainsi que la compétition pour l'augmentation des profits et des parts de marché (« croître ou mourir »), qui incite à un

¹⁰⁴ On notera par exemple que la démocratie constituait l'un des 3 grands thèmes retenus pour la conférence internationale sur la décroissance à Venise, en 2012. Du côté des pratiques, on peut citer les modalités de discussions adoptées lors des conférences (Cattaneo et al., 2012) ou encore l'exemple du fonctionnement collectif, horizontal et autogéré de l'actuel PPLD, qui n'a de parti, plus que le nom.

¹⁰⁵ Sur ce point, la décroissance entend remettre en cause le rôle de la « science » économique dans le processus décisionnel, le recours systématique au critère d'optimalité au sens de Pareto se faisant, suivant ses partisans, au détriment de choix démocratiques (Rist, 2010a).

¹⁰⁶ Pour Castoriadis, par exemple, les moyens d'échange dans une société étendue peuvent difficilement être personnels, et nécessitent une médiation sociale : le marché, l'échange, et des moyens impersonnels d'échange : la monnaie. Il s'agirait alors de relativiser la place des institutions dans la société tout en leur reconnaissant leurs fonctions de médiation.

réinvestissement des surplus en vue d'une croissance de la production et d'une accumulation supplémentaire, feraient de la croissance non plus une option mais un impératif du système capitaliste (Harvey, 2006; Kallis, 2011; Kovel, 2002). Par ailleurs, la possibilité concrète de mise en place de mesures environnementales et sociales susceptibles de léser les intérêts de grandes firmes, qui disposent d'un important pouvoir économique, médiatique et politique, soulève des interrogations. Aussi, pour certains, le changement de paradigme qu'implique la décroissance requerra probablement « *une transformation tellement radicale d'institutions aussi fondamentales que la propriété, le travail, le crédit, l'allocation, que le système qui en résultera ne saurait plus être identifiable au capitalisme* » (Kallis, 2011, p. 875). Toutefois, beaucoup d'objecteurs de croissance considèrent préférable de rester ouvert quant aux caractéristiques que devraient revêtir les alternatives au système actuel, et de laisser celles-ci émerger de la base (Kallis, 2011). La décroissance ne propose donc pas de « solution clé-en-main », mais plutôt un cadre alternatif pour un nouveau mouvement social et politique.

6.5.2. La question du travail et de l'emploi dans une société de Décroissance

Parmi les nombreuses questions que soulève fréquemment le projet de la Décroissance, se pose celle de l'emploi dans un contexte de ralentissement de la production globale et de la diminution des échanges marchands.

Sur ce point, plusieurs facteurs sont à prendre en compte. D'une part, la réduction globale de la production qui découlerait de l'évolution des modes de vie, et de la suppression des « besoins » et des consommations (des ménages et des administrations) qui seraient jugés inutiles et nuisibles, irait logiquement dans le sens d'une diminution de la demande de travail. D'autre part, la relocalisation de l'économie, mais également la transition énergétique et la reconversion écologique envisagées, seraient susceptibles d'induire de nombreuses créations d'emplois dans différents secteurs d'activité (transports collectifs, isolation des habitats, petites exploitations en agriculture biologique, énergies renouvelables, etc.). De même, le recours limité aux énergies fossiles et l'abandon du modèle thermo-industriel et des techniques de production nuisibles se traduiraient théoriquement par une diminution de la productivité du travail – au sens économique –, par une substitution de celui-ci au capital, et donc par une intensification de l'économie en travail (Bayon et al., 2010; Kallis et al., 2013; Latouche, 2011). Le bilan global sur la demande de travail, résultant de la conjonction de ces différents facteurs, est difficile à prédire. Une réduction de la demande globale de travail pourrait être à envisager, laquelle serait à accueillir favorablement, selon les partisans de la Décroissance, qui y voient l'opportunité de mettre à profit le temps libéré pour l'expérimentation sociale et la participation à la vie politique, au débat public, au projet démocratique : là où il fait actuellement défaut¹⁰⁷. L'enjeu sera alors de savoir redonner du sens à ce temps dégagé, surtout si, comme le souligne D. Mothé, « *dans les conditions actuelles, le temps libéré du travail n'est pas pour autant libéré de l'économie* » et de la consommation (Mothé, 1997, cité par Latouche, 2007a, p. 130).

Ces considérations quantitatives appellent par ailleurs une réflexion sur la qualité et les finalités du travail rémunéré dont les partisans de la décroissance entendent remettre en question la centralité. Les idées avancées pour accompagner une éventuelle réduction de la demande de travail s'articulent autour du partage du temps de travail et de la pénibilité des tâches, de la question de la propriété du capital (Bayon et al.), ou encore de la redistribution des richesses, avec par exemple la proposition de « dotation inconditionnelle d'autonomie » (DIA) (Liegey et al., 2013). Une telle évolution rompt profondément avec la logique du système capitaliste productiviste actuelle, et serait par ailleurs difficilement envisageable dans le cadre d'une économie mondiale globalisée sujette aux contraintes de compétition marchande (Bayon et al., 2010; Latouche, 2011). Enfin, pour Bayon et al. (2010), dans ce contexte de décentralisation de la « valeur travail », pourraient resurgir des interrogations sur le sens donné à celui-ci, auxquelles l'organisation spécialisée et fractionnée de certaines productions, notamment celle des produits les plus technologiquement sophistiqués, pourrait ne pas résister.

¹⁰⁷ Dans cette même perspective, il conviendrait également, comme le suggère Latouche (2011), d'affecter les éventuels gains de productivité, non plus à la croissance de la production, mais plutôt à la diminution du temps de travail.

6.5.3. Décroissance au 'Nord' et Décroissance au 'Sud'

Si les partisans de la Décroissance affirment la nécessité d'une réduction globale de la consommation de ressources (*via* une réduction de la production-consommation-consumation), celle-ci n'est en pas envisagée comme un processus homothétique au niveau mondial (Bayon et al., 2010). Au contraire, les objecteurs de croissance se prononcent en faveur d'une décroissance des inégalités, notamment écologiques, et d'une « *redistribution massive des droits de tirages sur la biosphère* » (Latouche, 2011). Ainsi, d'après la charte de Barcelone, la Décroissance désigne surtout le processus d'ajustement des économies non-soutenables des pays les plus riches à un niveau écologiquement « soutenable ». En parallèle, la notion d'« ajustement » impliquerait « *une augmentation de la consommation [...] pour les plus pauvres, de manière soutenable, jusqu'à l'obtention d'un niveau de vie décent* » (« Degrowth Declaration Barcelona, » 2010). Le terme « décroissance » n'est donc pas le plus judicieux pour les pays du « Sud » ; toutefois, les questions que soulèvent la Décroissance et les réflexions qu'elle suscite – notamment au sujet de la « modernité » - n'y restent pas sans résonance. La « décolonisation de l'imaginaire », tout comme la notion « d'abondance frugale », y conserveraient sans doute tout leur intérêt (Latouche, 2011).

Pour les pays du 'Sud' pas plus que pour ceux du 'Nord', la Décroissance ne propose de schéma unique pour un « après-développement ». Pour Bayon et al. (2010), « *la diversité des contextes interdit de définir un programme politique général* ». Ici aussi, les objecteurs de croissance mettent l'accent sur la question de l'autonomie politique et culturelle, faisant ré-émerger le principe de *self-reliance*, prôné à l'époque par le rapport *Que faire ? (What now ?)* de la fondation Dag Hammarskjöld (1975). Contre un prétendu universalisme du développement et l'uniformisation marchande, les partisans de la décroissance prônent le « *diversel* » et la « *démocratie des cultures* » (Bayon et al., 2010, p. 202; Latouche, 2005).

6.5.4. La question démographique

Si la Décroissance encoure parfois l'accusation de malthusianisme démographique, la question de la population, considérée comme un sujet délicat, constitue pourtant rarement l'objet des discussions¹⁰⁸, qui se concentrent plutôt sur la critique de la consommation de ressources (Bayon et al., 2010; Latouche, 2011; Martinez-Alier et al., 2010b). En effet, les partisans de la décroissance perçoivent plutôt la démographie comme une contrainte élastique dans la problématique de soutenabilité écologique. Ainsi, pour Latouche (2011), « *[...] ce ne sont pas tant les hommes qui sont trop nombreux que les automobiles. [...] La notion de population mondiale soutenable est tout à fait relative.* ». Autrement dit, la croissance démographique serait moins à mettre en cause que la démesure du système économique. Ce qui ne veut pas dire que le débat sur la population est inexistant au sein des mouvements.

A l'époque, Georgescu-Roegen et Daly s'accordaient par exemple sur la désirabilité d'une décroissance démographique (dans une perspective de réduction du *throughput* global)¹⁰⁹, mais pas sur la mise en place d'un système de permis de naissances négociables suggéré par ce dernier (Daly, 1991). Pour Daly, le paradigme de « dot entropique » de l'humanité proposé par Georgescu-Roegen suggère d'appréhender la notion de population optimale sous l'angle suivant : « *Combien de gens, pour combien de temps, et vivant à quel niveau de consommation de ressources par personne ?* ». La question pertinente serait alors selon lui : « *how to maximize the cumulative person-years ever to be lived over time at a standard of per capita resource use that is sufficient for a good life?* ». (Daly, 1995). Plus récemment, les objecteurs de croissance considèrent toujours la question de la population avec attention, mais s'abstiennent en général de proposer des stratégies spécifiques, soulignant néanmoins l'importance de certains facteurs de transition démographique connus tels que l'émancipation des femmes, l'alphabétisation ou la démocratie, et relativisant d'autres comme le rôle du PIB par personne (en s'appuyant sur certains exemples concrets, comme par exemple le cas du Kerala en Inde)

¹⁰⁸ Par exemple, lors de la conférence de Venise en 2012, un seul workshop fut consacré au thème de la population, sur plus d'une soixantaine de workshops.

¹⁰⁹ Pour Georgescu-Roegen, par exemple, « *l'humanité devrait diminuer progressivement sa population jusqu'à un niveau où une agriculture organique suffirait à la nourrir convenablement.* » (Georgescu-Roegen, 1995)

(Bayon et al., 2010). Si toutefois une forme de régulation devait un jour s'envisager, celle-ci devrait quoiqu'il en soit être démocratique et égalitaire. Finalement, cette phrase de Franz de Waals semble pouvoir résumer le point de vue de nombreux partisans de la Décroissance : « *le problème posé par une démographie mondiale galopante n'est pas tant de savoir si nous sommes capables ou non de gérer le surpeuplement, mais si nous saurons répartir les ressources avec honnêteté et équité* ». (Waal, 2006, cité par Latouche, 2007a, p. 50).

7. Conclusion du chapitre

A travers ce chapitre, nous avons entrepris de proposer une grille de lecture de la controverse historique qui s'est développée au cours de la deuxième moitié du XX^e siècle autour du mode de développement industriel et de la croissance, jusqu'à l'émergence, au début du XXI^e siècle, du mouvement de la Décroissance. Ce dernier opère une réactivation de la critique de l'imaginaire du développement, de la croissance économique et de ses effets, suivant deux axes complémentaires et interdépendants : un axe de critique que nous pourrions qualifier de culturel ou d'anthropologique, qui remet en cause le bien-fondé et la désirabilité de la « société de croissance » ; et un axe de critique physique et environnemental, qui soulève la question de la soutenabilité et de la possibilité physique de sa perpétuation dans un monde fini.

Nous avons vu que les éléments sur lesquels cette double critique s'appuie ne sont pas nouveaux. La Décroissance reprend des réflexions parfois anciennes, mais en propose un assemblage et une articulation inédits. Ainsi, du culturalisme, elle reprend par exemple la critique de l'uniformité et de l'hégémonie du mode de développement occidental, de son prétendu universalisme. A l'anti-utilitarisme, elle emprunte la critique de l'image réductionniste et matérialiste de l'*homo œconomicus*, et plus largement de l'« économisme ». De la bio-économie, elle intègre l'analyse entropique de l'économie et le postulat d'impossibilité physique d'une croissance infinie des flux économiques au sein d'un environnement limité. De l'écologie, elle mobilise l'approche systémique et holistique qui considère l'humain dans ses interdépendances avec son environnement dont il dépend, adopte la prudence face à la complexité de la nature et du réel et reconnaît à la nature une valeur en soi, autre qu'instrumentale. Des mouvements égalitaristes et démocratiques, elle reprend les réflexions et les valeurs, et les place au cœur d'un projet d'autonomie et d'émancipation, qui propose de réinterroger le sens de notre relation au monde. L'originalité de la Décroissance consiste ainsi dans la prise en compte et l'articulation de l'ensemble de ces sources dans un même cadre, au sein duquel celles-ci se croisent sans pour autant entrer en compétition (Bayon et al., 2010; Demaria et al., 2013). De la même façon que les mécanismes et les institutions de la société de croissance s'articulent de manière à « faire système », leur remise en question ne pourrait faire l'économie d'une pensée systémique et transverse, ou, pour reprendre les termes d'Edgar Morin, d'une *pensée complexe*¹¹⁰.

Si actuellement la Décroissance s'octroie une place de plus en plus significative dans le débat public, la plausibilité d'une telle voie reste pour l'heure difficile à juger. Les nombreuses interrogations qu'elle suscite, et les incertitudes qui entourent son projet appellent à davantage de recherche dans cette direction. La complexité et l'étendue du sujet invitent bien-sûr à accorder une place particulière à l'expérimentation volontaire. Mais la recherche théorique, encore jeune sur ce sujet, pourrait aussi fournir de précieux éléments pour le débat¹¹¹.

¹¹⁰ Complexité renvoyant pour E. Morin au sens latin élémentaire du mot 'complexus', 'ce qui est tissé ensemble'. (Morin, 2005, p. 21)

¹¹¹ De par l'importance des enjeux, les incertitudes liées à leur complexité, la centralité de la question des *valeurs*, et l'urgence des décisions (dans un contexte de crise globale aux composantes financière, économique, sociale, écologique, politique), la recherche autour de la Décroissance constitue pour certains un champ d'application pour une science post-normale, impliquant notamment la participation d'une « communauté de pairs étendue » aux acteurs non-scientifiques, politiques et activistes¹¹¹ (Cattaneo et al., 2012; Funtowicz and Ravetz, 1994, 1993, 1991). Les conférences internationales

C'est dans cette perspective que nous proposons d'explorer, avec l'aide d'outils de modélisation prospective, divers scénarios de type Décroissance, et d'éclairer certaines de leurs implications possibles.

sur la décroissance reflètent d'ailleurs cette perspective. Chez nombre d'acteurs des mouvements de la Décroissance, la frontière entre intellectuel et activiste tend d'ailleurs à s'estomper pour laisser la place à des statuts pluriels de chercheurs-pratico-activistes, « *s'efforçant de mettre en pratique dans leurs vies quotidiennes et politiques ce qu'ils ou elles 'prêchent' ou analysent au niveau théorique* » (Cattaneo et al., 2012; Martinez-Alier et al., 2010b). La question de la réflexivité des acteurs-chercheurs prend alors une dimension particulière.

Bibliographie du Chapitre 1

- Amar, A., 1973. La croissance et le problème moral. Les cahiers de la Nef Les objecteurs de croissance, prospérité oui...mais à quel prix ?
- Ariès, P., 2009. La décroissance, un mot-obus http://www.decroissance.org/textes/Un_mot-obus.pdf (accessed 11.7.15).
- Ariès, P., 2007. Le Mésusage : Essai sur l'hypercapitalisme. Parangon, Lyon.
- Ariès, P., 2003. Putain ta marque ! Golias, Villeurbanne.
- Baran, P.A., Sweezy, P.M., 1968. Monopoly capital: an essay on the American economic and social order. Monthly Review Press, New York.
- Bayon, D., Flipo, F., Schneider, F., 2010. La décroissance: dix questions pour comprendre et débattre. Éd. La Découverte, Paris.
- Beckerman, W., 1974. In defence of economic growth. J. Cape, London.
- Bell, D., 2008. The Coming Of Post-industrial Society : A Venture in Social Forecasting. Basic Books.
- Bookchin, M., 1962. Our synthetic environment. Knopf, Michigan.
- Bosquet, M., 1977. Écologie et liberté. Editions Galilée, Paris.
- Boulding, K.E., Jarrett, H., Resources for the Future, 1966. The economics of the coming spaceship Earth, in: Environmental Quality in a Growing Economy; Essays from the Sixth RFF Forum,. Published for Resources for the Future by the Johns Hopkins Press, Baltimore.
- Brune, F., 2012. Le bonheur conforme: essai sur la normalisation publicitaire : 1981-2011. Éd. de Beaugies.
- Brune, F., 1997. Les médias pensent comme moi ! Editions L'Harmattan.
- Carson, R., 1962. Silent Spring. Fawcett.
- Castoriadis, C., 2011. Une société à la dérive - Entretiens et débats (1974-1997), Points essais.
- Castoriadis, C., Murphy, J., 1985. Reflections on "Rationality" and "Development". Thesis Eleven 10, 18–36.
- Cattaneo, C., D'Alisa, G., Kallis, G., Christos Zografos, 2012. Degrowth futures and democracy. Futures 44, 515 – 523. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.futures.2012.03.012>
- Coale, A.J., Hoover, E.M., 1958. Population Growth and Economic Development in Low-income Countries: A Case Study of India's Prospects. Princeton University Press.
- Commission Mondiale sur l'Environnement et le Développement, 1987. Notre avenir à Tous. Oxford University Press, Oxford; New York.
- Commoner, B., 1971. The closing circle; nature, man, and technology. Knopf, New York.
- Commoner, B., 1966. Science and survival. Viking Press, Université du Wisconsin - Madison.
- Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement, 1992. Agenda 21: Déclaration de Rio : principes relatifs aux forêts. Organisation des Nations Unies, New York.
- Conseil régional d'Aquitaine, 2011. Rapport sur la situation en matière de développement durable 2011. Conseil régional d'Aquitaine, Bordeaux.
- Daly, H., 1971. Toward a Stationary-State Economy, in: Patient Earth. Holt, Rinehart and Winston, New York, pp. 226–244.
- Daly, H.E., 1996. Beyond growth: the economics of sustainable development. Beacon Press, Boston.
- Daly, H.E., 1995. On Nicholas Georgescu-Roegen's contributions to economics: an obituary essay. Ecological Economics 13, 149 – 154. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/0921-8009\(95\)00011-W](http://dx.doi.org/10.1016/0921-8009(95)00011-W)
- Daly, H.E., 1991. Steady-state economics, 2e éditions. ed. Island Press, Washington, DC u.a.
- Daly, H.E., 1973. Toward a steady-state economy. W.H. Freeman, San Francisco.
- De Closets, F., 1972. En danger de progrès. Gallimard, Paris.
- Déclaration issue de la conférence de Paris sur la décroissance économique pour la soutenabilité écologique et l'équité sociale, 2008.
- Degrowth Declaration Barcelona, 2010. , in: Déclaration. Presented at the Second international Conference on Economic Degrowth for Ecological Sustainability and Social Equity, Barcelone.
- Degrowth Declaration of the Paris 2008 conference, 2010. . Journal of Cleaner Production 18, 523 – 524. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.01.012>
- Demaria, F., Schneider, F., Sekulova, F., Joan Martinez-Alier, 2013. What is Degrowth? From an Activist Slogan to a Social Movement. Environmental Values 22, 191–215.
- Deneux, M., France, 2002. Rapport sur l'évaluation de l'ampleur des changements climatiques, de leurs causes et de leur impact prévisible sur la géographie de la France à l'horizon 2025, 2050 et 2100. Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques du Sénat, [Paris].

- Diamond, J., 2009. Effondrement: comment les sociétés décident de leur disparition ou de leur survie. Gallimard.
- Douthwaite, R., 2010. Why the global debt burden means there will be no recovery. Proceedings of the 2nd International Conference on Economic Degrowth for Ecological Sustainability and Social Equity.
- Duverger, T., 2011. De Meadows à Mansholt : L'invention du « zégisme », in: Aux sources de la décroissance, Entropia, revue d'étude théorique et politique de la décroissance. Paragon, Lyon, pp. 114–123.
- Easterlin, R.A., 1974. Does economic growth improve the human lot? Some empirical evidence. Nations and households in economic growth 89, 89–125.
- Ehrlich, P.R., 1968. The population bomb. Ballantine Books, New York.
- Ellul, J., 1990. La technique ou l'enjeu du siècle, Classiques des sciences sociales. Economica, Paris.
- Ellul, J., 1988. Le bluff technologique. Hachette, Paris.
- Ellul, J., Porquet, J.-L., 2004. Le système technicien. Le Cherche Midi, Paris.
- Escobar, A., 2012. Encountering development the making and unmaking of the third world. Princeton University Press, Princeton, N.J.; Woodstock.
- Fei, J.C.H., Ranis, G., 1964. Development of the labor surplus economy: theory and policy, A Publication of the Economic Growth Center, Yale University Series. R. D. Irwin.
- Flipo, F., Gossart, C., Deltour, F., Gourvennec, B., Dobré, M., Michot, M., Berthet, L., 2009. Technologies numériques et crise environnementale: peut-on croire aux TIC vertes ? Université de Caen Basse Normandie, Caen.
- Fondation Dag Hammarskjöld, 1975. Que Faire ?, Le développement et la coopération internationale : préparé à l'occasion de la 7ème session extraordinaire de l'Assemblée Générale des Nations Unies (New-York, 1-12 septembre 1975), UNESCO. ed, Development Dialogue. Fondation Dag Hammarskjöld, New York.
- Forsyth, T., 2004. Encyclopedia of International Development. Taylor & Francis.
- Fotopoulos, T., 2002. Vers une démocratie générale: une démocratie directe, économique, écologique et sociale. Éd. du Seuil.
- Fourastié, J., 1998. Les trente glorieuses: ou la révolution invisible de 1946 à 1975. Fayard, Paris.
- Funtowicz, S.O., Ravetz, J.R., 1994. The worth of a songbird: ecological economics as a post-normal science. Ecological Economics 10, 197 – 207. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/0921-8009\(94\)90108-2](http://dx.doi.org/10.1016/0921-8009(94)90108-2)
- Funtowicz, S.O., Ravetz, J.R., 1993. Science for the post-normal age. Futures 25, 739 – 755. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/0016-3287\(93\)90022-L](http://dx.doi.org/10.1016/0016-3287(93)90022-L)
- Funtowicz, S.O., Ravetz, J.R., 1991. A New Scientific Methodology for Global Environmental Issues, in: Costanza, R. (Ed.), Ecological Economics: The Science and Management of Sustainability. Columbia University Press, New-York, pp. 137–152.
- Gadrey, J., Jany-Catrice, F., 2005. Les nouveaux indicateurs de richesse, La Découverte. ed, Repères. Paris.
- Galbraith, J.K., 1998. The affluent society, 40th anniversary ed. ed. Houghton Mifflin, Boston, Mass.
- Galtung, J., 1973. "The Limits to Growth" and Class Politics. Journal of Peace Research 10, 101–114.
- Gandhi, M.K., 2009. Hind Swaraj Or Indian Home Rule. CreateSpace Independent Publishing Platform, S.I.
- Georgescu-Roegen, N., 1995. La décroissance, Entropie, Ecologie, Economie, Sang de la terre. ed.
- Georgescu-Roegen, N., 1971. The entropy law and the economic process, A Harvard Paperback: Economics. Harvard University Press, Massachusetts Institute of Technology.
- GIEC, 2007. Changements climatiques 2007: rapport de synthèse, Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. GIEC, Genève.
- GIEC, 2001. Changements climatiques 2001 : Rapport de synthèse, Contribution des Groupes de travail I, II, et III au Troisième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. GIEC, Genève.
- Goffman, E., 1974. Frame analysis: An essay on the organization of experience. Harvard University Press.
- Goldsmith, E., 1972. Blueprint for survival,. Houghton Mifflin, Boston.
- Gorz, A., 1993. Capitalisme, socialisme, écologie: désorientations, orientations, 2.éd ed, Collection Débats. Galilée, Paris.
- Gorz, A., 1972. . Nouvel Observateur IV.
- Hardin, G., 1968. The Tragedy of the Commons. American Association for the Advancement of Science, Washington D.C.
- Harvey, D., 2006. The limits to capital, New and fully updated ed. ed. Verso, London.
- Heinberg, R., 2010. Peak Everything: Waking Up to the Century of Declines, paperback. New Society Publishers.

- Herrera, A.O., 1977. Un monde pour tous le modele mondial latino-americain. Presses Universitaires de France, Paris.
- Hueting, R., 1980. New scarcity and economic growth: more welfare through less production? North-Holland Publ. Co, Amsterdam.
- Illich, I., 2003. La convivialité (Tools for conviviality), Points essais.
- Illich, I., 1975a. Energie et équité. Éditions du Seuil, Paris.
- Illich, I., 1975b. Némésis médicale: L'expropriation de la santé. Éditions du Seuil, Paris.
- Illich, I., 1971. Deschooling society. Marion Boyars, London.
- Insel, A., 1993. La part du don. Esquisse d'une estimation quantitative, in: Ce que donner veut dire don et intérêt, Mouvement anti-utilitariste dans les sciences sociales. La Découverte, Paris, pp. 221–234.
- International monetary fund, 2014. World Economic Outlook Database October 2014
<http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2014/02/weodata/index.aspx> (accessed 11.7.15).
- International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, United Nations for environment program, World wilde fund (Eds.), 1980. World conservation strategy, Living ressource conservation for sustainable development. UICN, Gland.
- Jackson, T., 2009. Prosperity Without Growth: Economics for a finite Planet. Earthscan, London.
- Kahn, H., Brown, W.M., Martel, L., 1976. The next 200 years: a scenario for America and the world. Morrow, New York.
- Kahn, H., Wiener, A.J., 1968. L'an 2000, Robert Laffont. ed.
- Kallis, G., 2012. Degrowth research since the Barcelona conference: progress and perspectives - Talk presented at the Third International Conference on Economic Degrowth.
- Kallis, G., 2011. In defence of degrowth. Ecological Economics 70, 873 – 880.
doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.12.007>
- Kallis, G., Kalush, M., O'Flynn, H., Rossiter, J., Ashford, N., 2013. "Friday off": Reducing Working Hours in Europe. Sustainability 5, 1545–1567. doi:10.3390/su5041545
- Kapp, K.W., 1963. Social costs of business enterprise. Asia Pub. House, New York.
- Kapp, K.W., 1950. The social costs of private enterprise. Harvard University Press, Cambridge.
- Kovel, J., 2002. The enemy of nature: the end of capitalism or the end of the world? Zed Books, London.
- L'appel de Heidelberg, 1992.
- Latouche, S., 2014a. Sortir de la société de consommation: Voix et voies de la décroissance. Éditions Les Liens qui libèrent, Paris.
- Latouche, S., 2014b. Cornelius Castoriadis ou l'autonomie radicale. le Passager clandestin, Neuvy-en-Champagne.
- Latouche, S., 2011. Vers une société d'abondance frugale- Contresens et controverses sur la décroissance, Les Petits Libres. Fayard - Mille et une nuits.
- Latouche, S., 2010. Degrowth. Journal of Cleaner Production 18, 519 – 522.
doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.02.003>
- Latouche, S., 2009. Farewell to growth. Polity, Cambridge.
- Latouche, S., 2007. Petit Traité de la Décroissance Sereine, Les petits Libres. Mille et une Nuits.
- Latouche, S., 2006. Le pari de la décroissance. Pluriel, Paris.
- Latouche, S., 2005. L'occidentalisation du monde: essai sur la signification, la portée et les limites de l'uniformisation planétaire. La Découverte/poche, Paris.
- Latouche, S., 2003. Pour une société de décroissance. Le Monde diplomatique 18–19.
- Lewis, W.A., 1954. Economic Development with Unlimited Supplies of Labour. The Manchester School 22, 139–191. doi:10.1111/j.1467-9957.1954.tb00021.x
- Liegey, V., 2012. Unconditional Autonomy Allowance (UAA): A tool for equity and dignity. Presented at the Degrowth Conference in Venezia, Venice.
- Liegey, V., Madelaine, S., Ondet, C., Veillot, A.-I., Ariès, P., 2013. Un projet de décroissance manifeste pour une dotation inconditionnelle d'autonomie (DIA). Utopia, Paris.
- Löhr, D., 2010. Zero growth and zero interest rate: The revival of an old idea. Presented at the Second conference on economic degrowth for ecological sustainability and social equity, Barcelone.
- Malthus, T.R., 2001. Essai sur le principe de population. J.-M. Tremblay, Chicoutimi.
- Mansholt, S., 1972. A Monsieur Franco Maria Malfatti, président de la Commission européenne.
- Marcuse, H., 1968. One dimensional man. Sphere Books, London.
- Martinez-Alier, J., 2002. The environmentalism of the poor: a study of ecological conflicts and valuation. Elgar, Cheltenham.

- Martinez-Alier, J., Kallis, G., Veuthey, S., Walter, M., Temper, L., 2010a. Social Metabolism, Ecological Distribution Conflicts, and Valuation Languages. *Ecological Economics*, Special Section: Ecological Distribution Conflicts 70, 153–158. doi:10.1016/j.ecolecon.2010.09.024
- Martinez-Alier, J., Pascual, U., Vivien, F.-D., Zaccai, E., 2010b. Sustainable de-growth: Mapping the context, criticisms and future prospects of an emergent paradigm. *Ecological Economics* 69, 1741 – 1747. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.04.017
- Matarasso, P., 2003. Présentation de deux modèles emblématiques de l'analyse des politiques économiques du changement climatique: MARKAL et DICE. Presented at the Workshop centre Alexandre Koyré "modèles et systèmes complexes, le changement climatique global," LaLonde les Maures 14-20 septembre 2003.
- McCormick, J., 1989. *Reclaiming Paradise: The Global Environmental Movement*. Indiana University Press.
- Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randers, J., Behrens III, W.W., 1972. *The Limits to growth; a report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind*. Universe Books, New York.
- Meadows, D.H., Randers, J., Meadows, D.L., 2004. *The limits to growth: the 30-year update*. Chelsea Green Pub. Co., White River Junction, Vt.
- Mesarović, M.D., Pestel, E., 1974. *Mankind at the turning point: the second report to the Club of Rome*. Dutton, New York.
- Michel, D., Dormoy, C., Haye, E., Trégouët, B., 2010. Une expertise de l'empreinte écologique, Etudes et documents. Commissariat général au développement durable, Paris.
- Mishan, E.J., 1993. *The costs of economic growth*. Praeger, Westport, Conn.
- Morin, E., 2005. *Introduction à la pensée complexe, Essais*. Édition du Seuil, Paris.
- Mumford, L., 1974. *Le mythe de la machine, Le Pentagone de la puissance*. Fayard, Paris, France.
- Mumford, L., 1973. *Le Mythe de la machine, La technologie et le développement humain*. Fayard, Paris.
- Nash, R., 1963. The American Wilderness in Historical Perspective. *Forest History* 6, 2. doi:10.2307/3983142
- Nordhaus, W.D., Houthakker, H., Solow, R., 1973. The Allocation of Energy Resources. *Brookings Papers on Economic Activity* 1973, 529–576. doi:10.2307/2534202
- Nordhaus, W.D., Tobin, J., 1972. Is Growth Obsolete?, in: *Economic Growth: Fiftieth Anniversary Colloquium V, Economic Research & Retrospect and Prospect*. NBER [u.a.], New York, NY, pp. 1–80.
- Odum, H.T., 1970. *Environment, power, and society*. Wiley-Interscience, New York.
- Odum, H.T., Odum, E.C., 2001. *A prosperous way down: principles and policies*. University Press of Colorado, Boulder, Colo.
- Osborn, F., 1948. *Our plundered planet*. Little, Brown, Boston.
- Peccei, A., 1981. 100 pages pour l'avenir: réflexions du président du Club de Rome. *Économica*, Paris.
- Pezzey, J., 1992. *Sustainable development concepts: an economic analysis*, Environment Paper. World Bank, Washington, D.C.
- Polanyi, K., 1983. *La grande transformation: aux origines politiques et économiques de notre temps*. Gallimard, Paris.
- Polimeni, B., J.M., Mayumi, K., Giampietro, M., Alcott, 2008. *The Jevons Paradox and the Myth of Resource Efficiency Improvements*, Earthscan Research Editions.
- Programme des Nations unies pour le développement, 2003. *Rapport mondial sur le développement humain 2003: les objectifs du millénaire pour le développement : un pacte entre les pays pour vaincre la pauvreté humaine*. Economica, Paris.
- Programme des Nations unies pour le développement, 1996. *Rapport mondial sur le développement humain 1996*. Economica, Paris.
- Programme des Nations unies pour le développement, 1991. *Rapport mondial sur le développement humain 1991*, Economica. ed. Paris.
- Reid, W.V., Mooney, H.A., Cropper, A., Capistrano, D., Carpenter, S.R., Chopra, K., Dasgupta, P., Dietz, T., Duraipah, A.K., Hassan, R., Kaspersen, R., Leemans, R., May, R.M., McMichael, T., Pingali, P., Samper, C., Scholes, R., Watson, R.T., Zakri, A.H., Shidong, Z., Ash, N.J., Bennett, E., Kumar, P., Lee, M.J., Raudsepp-Hearne, C., Simons, H., Thonell, J., Zurek, M.B., 2005. *Ecosystems and human well-being: synthesis ; a report of the Millennium Ecosystem Assessment*. Island Press, Washington, DC.
- Rist, G., 2010. *L'économie ordinaire entre songes et mensonges*. Les Presses de Science Po.
- Rist, G., 2001. *Le développement - Histoire d'une croyance occidentale*, 2nd ed, references inédites. Presses de Sciences Po.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, A., 2009. Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society* 14 (2) : 32.
- Rostow, W.W., 1963. *Les étapes de la croissance économique*. Seuil, Paris.

- Rostow, W.W., 1960. *The Stages of Economic Growth: A Non-Communist Manifesto*. Cambridge, University Press.
- Rostow, W.W., 1956. *The process of economic growth*. W. W. Norton.
- Sachs, I., 1980. *Stratégies de l'éco-développement, Economie et Humanisme* - Editions ouvrières. ed. Institut québécois des hautes études internationales Érudit, Paris.
- Schneider, F., 2003. L'effet rebond. *l'Ecologiste* 4, 45.
- Schumacher, E.F., 1993. *Small is beautiful: a study of economics as if people mattered*.
- Seers, D., 1969. The Meaning of Development. *International Development Review* 11(4).
- Seers, D., 1967. The Limitations of the Special Case. *Bulletin of the Oxford University Institute of Economics & Statistics* 25, 77–98. doi:10.1111/j.1468-0084.1963.mp25002001.x
- Semal, L., 2013. *Politiques de la catastrophe*.
- Silveira, S.J., 2000. American Environmental Movement: Surviving through Diversity, *The. B. C. Env'tl. Aff. L. Rev.* 28, 497.
- Solow, R.M., 1974. The Economics of Resources or the Resources of Economics. *The American Economic Review* 64, 1–14.
- Stiglitz, J.E., Sen, A., Fitoussi, J.-P., 2009. *Rapport de la Commission sur la mesure des performances économiques et du progrès social (rapport public)*. Ministère de l'économie, de l'industrie et de l'emploi français.
- Taylor, G.R., 1970. *The doomsday book; can the world survive?* World Pub. Co., New York.
- Taylor, J., 1998. *Sustainable Development: Common Sense or Nonsense on Stilts?* Freeman: Ideas on Liberty 48.
- Tinbergen, J., Dolman, A.J., Ettinger, J. van, 1976. *Reshaping the international order: a report to the Club of Rome*. Dutton, New York.
- Truman Inaugural Address, January 20, 1949
https://www.trumanlibrary.org/whistlestop/50yr_archive/inagural20jan1949.htm (accessed 11.5.15).
- Vallin, J., Meslé, F., 2010. *Espérance de vie : peut-on gagner trois mois par an indéfiniment?* Population & Société (INED).
- Van Griethuysen, P., Grinevald, J., Steppacher, R., 2003. *Croissance économique et « soutenabilité » écologique – Un tour d'horizon des principales critiques écologiques à la croissance économique*. Institut universitaire des études du développement, Genève.
- Victor, P.A., 2012. Growth, degrowth and climate change: A scenario analysis. *Ecological Economics* 84, 206 – 212. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.04.013
- Vieille Blanchard, E., 2011. *Les limites à la croissance dans un monde global : modélisations, perspectives, réfutations*. EHESS, Paris.
- Vogt, W., 1948. *Road to survival*. W. Sloane Associates, New York.
- WCED, 1987. *Report of the World Commission on Environment and Development:- Our Common Future*. United Nations (Gro Harlem Brundtland).
- Wuppertal Institut, 1995. *Vers une Europe soutenable*. Les amis de la terre.

Chapitre 2 – Modélisation prospective et Décroissance - Réflexions méthodologiques

Le terme « Décroissance » a encore aujourd’hui une connotation souvent négative dans les sociétés industrialisées, dont l’imaginaire est en grande partie orienté vers la croissance économique, de laquelle dépendent la stabilité économique, le fonctionnement des institutions et le « climat social ». Les soubresauts récents de l’économie nous le rappellent : dans le contexte actuel, une inversion de la tendance du PIB, ou un simple ralentissement de sa croissance se traduit rapidement par une hausse des taux de chômage (Figure 2), de la pauvreté, un accroissement de la dette publique, et une intensification des tensions sociales à court terme, ainsi que par des dommages environnementaux potentiels à moyen ou long terme, du fait de la réduction des dépenses de maintenance industrielle et de protection environnementale (Bayon et al., 2010). En effet, dans le système économique capitaliste actuel, la croissance semble moins relever de l’option que d’un impératif structurel résultant d’institutions telles que la propriété privée comme garantie ultime (Griethuysen, 2010), la dette, le crédit et l’intérêt¹¹² (Douthwaite, 2010; Löhr, 2010), ou encore la compétition entre les entreprises privées pour le profit et les parts de marché (“*grow-or-die*”) (Douthwaite, 2012; Farley et al., 2013; Griethuysen, 2012; Kallis, 2011).

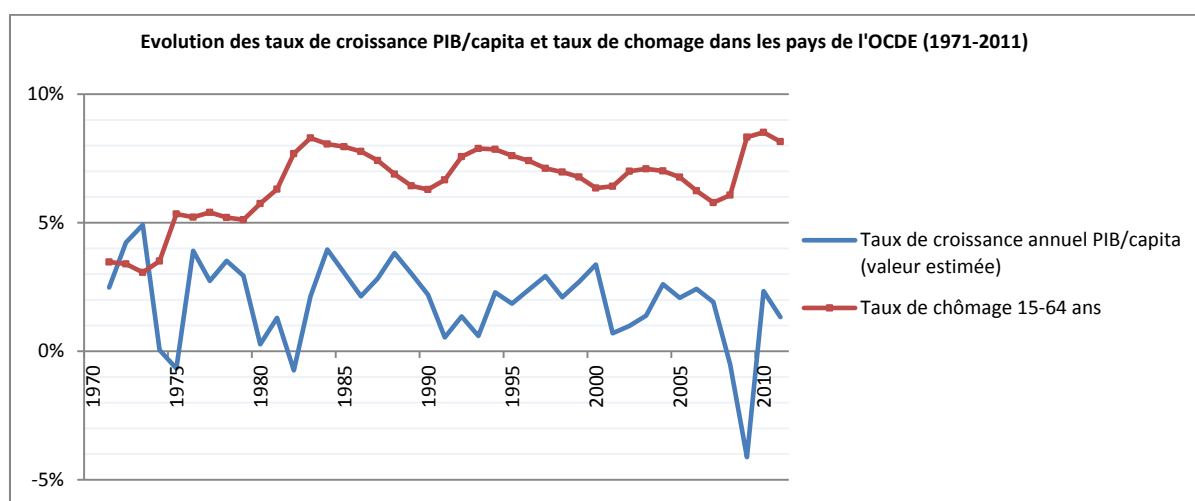


Figure 2 - Evolution du taux de croissance du PIB par personne et du taux de chômage dans les pays de l’OCDE (1971-2011)

Bien qu’une décroissance du PIB ne constitue pas *en soi* l’objectif d’un projet de Décroissance, il est probable qu’elle constitue une *conséquence* du ralentissement et la réduction de la production et de la consommation

¹¹² En imposant une temporalité particulière pour le remboursement d’une dette, l’intérêt intensifie la compétition pour l’accès à la monnaie disponible (en circulation), laquelle peut ne pas être suffisante pour permettre aux emprunteurs de rembourser leurs « dus » (intérêt plus principal) (Greco, 2014). Par conséquent, individus et firmes entrent dans une sorte de « jeu de chaise musicales » au travers duquel ils rivalisent les uns contre les autres pour l’acquisition d’une quantité suffisante de monnaie leur permettant de ne pas faire défaut sur leurs dettes. Cette quête pour l’argent disponible constitue une incitation à la production et à la vente, et par-là, à la croissance économique. L’effet est d’autant plus fort qu’il induit un transfert et une accumulation des ressources dans le secteur financier, au détriment du secteur productif, renforçant ainsi le manque artificiel de monnaie. L’intérêt ne constitue donc pas *en soi* une *contrainte absolue* de croissance, comme il est parfois possible de l’entendre (en théorie, des taux d’intérêts positifs ne sont pas incompatibles avec une économie stationnaire ou en contraction (Cahen-Fourore and Lavoie, 2014)) ; mais il constitue indéniablement un facteur incitatif.

qu'un tel projet propose (Kallis, 2011; Martinez-Alier et al., 2010b; Schneider et al., 2010). Par conséquent, de nombreuses questions restent en suspens, en particulier: une Décroissance peut-elle s'effectuer d'une manière environnementalement et socialement soutenable? Sous quelles conditions? Quelles obstacles structurels ou institutionnels devraient être surmontés, et comment? Quelles propositions concrètes sont susceptibles d'initier une transition soutenable et « réussie »? L'Etat-providence peut-il être maintenu dans une économie qui se contracte? Etc.

1. La démarche prospective

« [...] gouverner un développement en cours en choisissant par avance les fins que nous entendons lui faire servir. La politique c'est cet ensemble de choix, ou alors elle n'est rien. »
(Gorz, 1993a, p. 191)

La complexité des questions soulevées par la Décroissance, les nombreuses incertitudes qui les entourent, l'importance des enjeux, leur inscription dans le temps long, et la centralité des questions valeurs, sont autant de caractéristiques qui appellent dans notre cas une démarche prospective.

L'approche que nous déployons ici s'inscrit dans la tradition de la « prospective à la française », telle que l'ont développée Gaston Berger à partir de la fin des années 1950, puis Pierre Massé, Bertrand de Jouvenel, Jean Fourastié, Jérôme Monod, Serge Antoine, et d'autres dans leur sillage. Ainsi, par « prospective », il faut entendre ici une démarche préactive et proactive, alliant regard et réflexion, et qui vise à « *éclairer l'action présente à la lumière de futurs possibles et souhaitables* » (Godet and Durance, 2008)¹¹³. Cette définition fait apparaître deux dimensions intrinsèques à la prospective :

- Une *dimension exploratoire*, tout d'abord, qui renvoie à la notion de *futurs possibles*. Car l'attitude prospective rejette le déterminisme et l'idée d'un avenir unique (contrairement à la prévision). Elle reconnaît au contraire l'existence d'une multitude de futurs envisageables « *qui dépendent de la volonté des acteurs et de leur capacité à anticiper, accompagner ou contrarier certaines tendances. La prospective se propose d'en fournir une représentation sous la forme, en général, de plusieurs scénarii dont la définition repose sur des hypothèses qualitatives aussi bien que quantitatives et sur une trame logique les reliant* » (Sébillotte, 1998, p. 609). Pour mener à bien cet exercice d'exploration des futurs possibles – c'est-à-dire répondre à la question du « *que peut-il advenir?* » –, il est nécessaire, d'une part, de se pencher sur la compréhension en profondeur du passé et du présent dans lesquels l'avenir plonge ses racines ; et d'autre part – et cela est essentiel – de se méfier des idées préconçues, d'élargir et de réinterroger les cadres d'analyse, et de considérer que tout peut toujours être remis en question (Bourbon Busset, 1959; Massé, 1959) : « *une des "règles du jeu" en matière de prospective est de se donner le droit de tout ré-imaginer, de tout remettre en cause et de tout reconstruire* » (Schwartz, 1969, p. 3)¹¹⁴. En cela, la prospective constitue ce que Pierre Massé (1973, in Godet and Durance, 2008, p. 9) appelait une « *indiscipline intellectuelle* » ;

¹¹³ Le CNRTL (Centre national de ressources textuelles et lexicales, 2015) propose une définition proche : « *Discipline qui se propose de concevoir et de représenter les mutations et les formes possibles d'organisation socio-économiques d'une société ou d'un secteur d'activité dans un avenir éloigné, et de définir des choix et des objectifs à long terme [...]* ». On retrouve, à travers les termes de « possible », de « choix » et d'« objectifs » l'idée selon laquelle « *Le "coup d'œil prospectiviste" oscille intentionnellement entre le possible et le souhaitable* » (Antoine and Passeron, 1966, p. 179). Cette double dimension était autrefois présente dans l'esprit de la planification à la française, qui tendait, selon Guesnerie, à « *obtenir par la concertation et l'étude une image de l'avenir suffisamment optimiste pour être souhaitable et suffisamment crédible pour déclencher les actions qui engendreraient sa propre réalisation* » (cité par Latouche, 2006, p. 265).

¹¹⁴ Comme le souligne Durance, « *l'un des enjeux de la prospective est justement de laisser suffisamment d'espace à l'imagination dans un cadre rationnel* » (cité par Karoutchi, 2015, pp. 24–25). L'imagination en prospective ne s'oppose pas à la raison, elle est complémentaire.

- Une *finalité normative assumée*, enfin, qui renvoie à la notion de futurs *souhaitables*, et repose sur l'idée que « *l'avenir ne se prévoit pas, il se prépare* » (Maurice Blondel¹¹⁵), il appartient au domaine de la volonté et du choix (Godet and Durance, 2008). Il s'agit de s'offrir la possibilité de choisir, parmi les futurs *possibles*, un ou plusieurs futurs *souhaitables*. En ce sens, la prospective se présente comme une « *anticipation au service de l'action* » (Godet and Durance, 2008, p. 17). Cette finalité normative conduit alors à la question de la participation des acteurs concernés à la définition des « bonnes questions » et du *souhaitable* : souhaitable pour quoi ? souhaitable pour qui ? Si au début, sa pratique revêtait un caractère élitiste (entre hauts fonctionnaires, administrateurs et chefs de grandes entreprises), la prospective ne se conçoit plus désormais sans intégrer la dimension participative (Karoutchi, 2015). D'autant plus que pour que l'anticipation se transforme en action efficace, il faut que les acteurs se l'approprient. La prospective doit donc s'envisager comme une *activité collective*. D'autre part, puisqu'il ne saurait exister de définition objective et *omnibus* du *souhaitable*, la prospective met l'accent sur les *valeurs*, et demande que celles-ci soient rendues explicites (critère de transparence)¹¹⁶.

C'est dans une telle démarche prospective que s'inscrit notre étude en proposant d'éclairer cette partie encore peu explorée du champ des futurs possibles que la Décroissance invite à visiter.

2. La modélisation numérique, un outil pour la prospective

« La modélisation, forme postmoderne d'un mix de quantification, de formalisation, et de simulation est l'élément du dispositif scientifique qui fait médiation entre le système réel et la théorie, permettant que l'un et l'autre entrent dans un rapport spécifique, productif, fait à la fois de représentations et de transformations pratiques, mais permettant aussi que s'instaure entre eux un décalage "autiste". » (Armatte, 2010a, p. 17)

Face à la complexité de notre problématique, la *modélisation* prospective peut constituer ici une aide précieuse. Il faut y voir là une méthode – parmi d'autres – destinée à faciliter un processus de *compréhension commune* et de *délibération collective*¹¹⁷. Un modèle constitue une représentation simplifiée d'une réalité complexe ou compliquée (ou les deux), dont le rôle principal est d'apporter de *l'intelligibilité*. Il remplit notamment ce rôle de deux manières : d'une part en servant « *d'articulation et d'assemblage de savoirs hétérogènes correspondant aux diverses composantes du système [...] et d'autre part, comme substitut au système, il autorise des jeux de simulation [...]* » (Armatte, 2010a, p. 22).

Nous nous sommes penchés, au cours de cette recherche, sur la question de l'usage de la modélisation pour éclairer le débat autour de la Décroissance : quels pourraient être ses apports potentiels ? Comment transposer la Décroissance à l'intérieur d'un cadre de modélisation numérique ? Existe-t-il déjà des paradigmes de modélisations appropriés ? Sinon, comment concevoir une approche ad hoc ? Quels seraient les difficultés et les obstacles méthodologiques potentiels à son développement ? Etc.

Nos réflexions autour de ces questions ont fait l'objet d'un document de travail, duquel sont issues les sections suivantes.

¹¹⁵ Cité par Godet and Durance, 2008

¹¹⁶ Ce sont là des conditions nécessaires pour un débat authentique : être en mesure d'identifier la nature d'éventuels désaccords, et en particulier si ceux-ci portent sur les valeurs, sur les croyances, ou sur les faits. Ce que Bourdieu (1999) disait du débat scientifique vaut également pour le débat public : « *Il faut avoir un haut degré d'accord sur le terrain de désaccord et sur les moyens de le régler pour avoir un vrai débat scientifique pouvant conclure à un vrai accord ou à un vrai désaccord scientifique* ».

¹¹⁷ Ce qui est différent d'un objectif de consensus, qui risque toujours de conduire à mettre tout le monde d'accord sur du rien (faux consensus), lorsqu'on accorde à l'obtention du consensus plus d'intérêt qu'au processus délibératif.

2.1. Quelles contributions la modélisation prospective appliquée peut-elle apporter au débat autour de la Décroissance ?

L'idée de s'appuyer sur des modèles macro pour étudier des trajectoires de Décroissance était déjà avancée lors de la conférence de Barcelone en 2010 (Barcelona Working Group, 2010). Les outils de modélisation appliquée dédiés aux problématiques économie-énergie-environnement, qui se sont développés et diffusés largement au cours des dernières décennies, pourraient en effet apporter quelques éclairages quant à la pertinence des propositions de la Décroissance vis-à-vis de la crise économique, sociale, environnementale, et énergétique globale.

Nous effectuerons ici une distinction entre : d'une part les modèles appliqués, quantitatifs, numériques ; et d'autre part les modèles théoriques et analytiques stylisés. Ces derniers, en particulier dans la discipline économique, permettent de mettre en exergue certains enjeux ou certains mécanismes clés, ou peuvent constituer des supports *initiaux* pour des discussions approfondies : leur portée est essentiellement heuristique¹¹⁸ (Crassous, 2008, p. 283). Toutefois, de tels modèles reposent généralement sur des hypothèses extrêmement simplifiées – et donc assez irréalistes –, ou alors sur des hypothèses particulièrement restrictives, pour des raisons de simplification. Par conséquent, leurs résultats comportent toujours le risque d'extrapolations abusives¹¹⁹, et se révèlent souvent fragiles lorsqu'on les confronte à la réalité, où complexité et « cas particuliers » sont la règle¹²⁰. Si la démarche de modélisation, au-delà de développer une compréhension basique du système étudié, a pour objectif de produire de la connaissance *contextuelle* et *opérationnelle*, potentiellement mobilisable au sein d'un processus de décision *concret*, alors celle-ci ne peut faire l'économie de la complexité, en particulier lorsqu'il s'agit d'aborder des problématiques aussi larges et multidimensionnelles que celles que soulève la Décroissance. Il est donc nécessaire, pour mener une approche prospective approfondie, de dépasser les modèles analytiques stylisés, et de prendre en considération, autant que possible, les spécificités socio-économiques et techniques, ainsi que les éventuelles interdépendances et les phénomènes de coévolution entre les différents sous-systèmes. Dans cette optique, les modèles numériques appliqués semblent plus indiqués : en principe, ceux-ci permettent un meilleur ajustement à la spécificité des contextes réels, grâce à des représentations généralement plus détaillées des systèmes et à la possibilité d'intégrer des éléments complexes (conditions de déséquilibre, décalages temporels ou spatiaux, relations non-linéaires qui requièrent des méthodes de résolution numériques, etc.).

Bien évidemment, l'imprévisibilité du futur invite à l'humilité. Lorsqu'il est question de moyen ou long terme et de systèmes naturels et sociaux complexes, on ne peut – et on ne doit – attendre des modèles qu'ils fournissent des prédictions ou des estimations de probabilité d'états futurs du monde (Spash, 2013). Dans une optique prospective, les modèles sont plutôt à considérer comme de modestes outils informatifs, conçus pour étudier un éventail de comportements possibles – et non effectifs – du système, et explorer des trajectoires alternatives en fonction d'hypothèses données (Haag and Kaupenjohann, 2001; Oreskes, 2003).

¹¹⁸ On peut trouver, dans la littérature récente autour de la Décroissance, des exemples de tels modèles théoriques simplifiés ou de modèles analytiques stylisés. Voir par exemple : (Bilancini and D'Alessandro, 2012, 2012; Padalkina, 2012)

¹¹⁹ Ce risque d'extrapolation abusive étant d'autant plus problématique que la simplicité des modèles les rend séduisants et facilite leur diffusion.

¹²⁰ On peut en effet se demander: qu'est-ce qui n'est *pas* un « cas particulier » ?

2.2. Modélisation et Décroissance : par où commencer ?

Déployer un exercice de modélisation autour de la Décroissance nécessite au préalable de spécifier deux points: (i) définir comment la Décroissance pourrait, de manière concrète et opérationnelle, être traduite et implémentée dans un cadre de modélisation numérique – c’est-à-dire trouver un point de départ pour modéliser la Décroissance– ; (ii) définir des critères « appropriés » pour l’évaluation des scénarios de Décroissance modélisés.

2.2.1. Traduire la Décroissance dans un cadre de modélisation à partir des propositions politiques

Si l’on entend par Décroissance une *“matrice d’alternatives multiples”*, une approche envisageable pour traduire le projet de Décroissance en éléments implémentables dans un cadre de modélisation appliquée consisterait à se fonder sur les propositions politiques concrètes provisoires qui émergent des mouvements de la Décroissance.

Dans cette optique, la liste de propositions *“Degrowth Bullet points”* (Barcelona Working Group, 2010) recueillies à travers un processus participatif innovant, initié en 2010 lors de la conférence internationale de Barcelone sur la Décroissance (et poursuivi à celle de Montréal puis de Venise en 2012), propose déjà un certain nombre d’éléments initiaux. Toutefois, plusieurs des propositions politiques émergentes sont encore « sous-développées » ou trop « abstraites » à l’heure actuelle, et nécessiteraient d’être approfondies et précisées avant de pouvoir être implémentées dans un modèle appliqué (par exemple, en quoi pourrait concrètement consister une « législation encourageant l’habitat partagé » ? Comment « remodeler » les villes actuelles ? (Barcelona Working Group, 2010)¹²¹). D’autres propositions apparaissent aussi intrinsèquement complexes, et appellent un important travail d’analyse préliminaire afin de démêler les multiples notions qu’elles contiennent (voir par exemple le travail de Frankova et Johanisova (2012) autour du concept de *“Localization”*). Par ailleurs, les recommandations non quantitatives, immatérielles, ne peuvent quant-à-elles être transcrites de manière directe, explicite et opérationnelle, en paramètres ou variables dans les cadres de modélisation quantitative actuels. C’est par exemple le cas autour des enjeux éducatifs ou démocratiques (ex. : « promouvoir la conscientisation » ou « accroître la participation des citoyens dans les processus décisionnels »¹²²). La représentation de telles propositions requerrait des cadres d’analyse spécifiques – qui restent encore à imaginer et à développer – ou bien nécessiterait de recourir à des « détours », c’est-à-dire de les prendre en compte de manière indirecte, par exemple *via* leurs conséquences intermédiaires attendues¹²³. Enfin, si un consensus plus large semble se dégager autour de certaines propositions, la plupart – sinon toutes – sont encore sujettes à débat au sein des mouvements de la Décroissance, que ce soit à propos de leur nature, de leurs caractéristiques, de leurs modalités ou de leurs conditions d’implémentation.

Ainsi, nous pouvons pour le moment dresser une liste *provisoire* et *non-exhaustive* de propositions plus ou moins concrètes susceptibles d’être implémentées au sein d’un cadre de modélisation numérique (Table 1).

On soulignera la variété des propositions recensées ici. Certaines d’entre elles consistent en des taxes ou des mécanismes de prix (ex : 1, 2, 3), rejoignant par-là d’autres propositions de politique environnementale « standard », telles que l’idée d’une taxe carbone, qui fait déjà l’objet de nombreuses études et modélisations dans le champ de l’économie du changement climatique (Assoumou, 2006; Crassous, 2008). D’autres (8, 9, 10, 11) renvoient quant à elles à des évolutions profondes dans les comportements des agents économiques, qui remettraient en question certaines hypothèses fondamentales des théories économiques (ex : maximisation du

¹²¹ En anglais dans la source: *“Legislation that support co-housing”; “reshape current cities”*.

¹²² En anglais dans la source: *“promoting awareness”; “enhanced participation of citizens in the decision-making process”*

¹²³ Il convient dans ce cas d’être particulièrement prudent: si les “conséquences intermédiaires attendues” reposent sur des croyances, celles-ci – comme toute hypothèse – doivent être explicitées, et le degré d’incertitude qui s’y rapporte doit être considéré convenablement.

profit pour les entreprises, etc.), et qui ont, jusqu'à présent, rarement fait l'objet d'exercices de modélisation. Certaines propositions (4, 5, 6, 7) suggèrent une redéfinition et une réorientation du « progrès » technique, tandis que d'autres encore (15, mais aussi 7) impliqueraient une mutation de la structure même de l'économie. D'autres enfin (13, 14) suggèrent des transformations profondes de certaines institutions économiques fondamentales (telles que la monnaie et le crédit), qui sortent clairement du périmètre des exercices de modélisation « *mainstream* », et qui nécessiteraient probablement de nouveaux cadres de modélisation spécifiques, *ad hoc*.

Table 1 – Quelques exemples de propositions portées par les mouvements de la Décroissance

Propositions fiscales et mécanismes de prix	1. Impôts ou quotas sur l'extraction ou la consommation de ressources, ou sur la production de déchets et les émissions 2. Tarifications progressives pour l'eau, l'énergie, etc. 3. Interdiction, régulation ou taxation de la publicité
Technologie / réorientation et redéfinition du "progrès technique"	4. Moratoires sélectifs sur certaines technologies, sur la base d'une délibération autour des risques, des impacts et des bénéfices potentiels 5. Moratoires et limites sur les grands projets d'infrastructures 6. Écoconception, réparation, réutilisation, recyclage, législation sur les garanties des produits, (durabilité des biens vs. obsolescence) 7. Transition du modèle industriel d'agriculture intensive vers l'agroécologie, la permaculture, et l'agriculture paysanne biologique à petite échelle
Modes de vie, comportements des personnes organisation sociale	8. Modes de consommation sobres, dans l'esprit de la "simplicité volontaire", (i.e. "[an] <i>expanded integrated and committed package of downscaled lifestyles</i> " (Kallis et al., 2013) 9. Mise en commun (" <i>Commoning</i> ") et partage : de l'habitat, des véhicules, des outils, des équipements, etc. 10. Réduction et partage du temps de travail rémunéré
Institutions	11. Développement d'organismes sans but lucratif, de coopératives, d'entreprises sociales et solidaires 12. Mise en place d'un Revenu de Base (RdB) ou d'une Dotation Inconditionnelle d'Autonomie (DIA), en parallèle d'un Revenu Maximum Acceptable (RMA) (ou d'un impôt sur le revenu très progressif) 13. Monnaies locales complémentaires fondantes 14. Réforme du système monétaire et bancaire (de la création monétaire par crédit-dette, " <i>100% reserve banking</i> ")
Transformations structurelles	15. (Re-)localisation de l'économie, de la politique, etc. - (Etc.)

Par ailleurs, plusieurs de ces propositions émergent de considérations systémiques, et sont, de même, supposées se combiner et « faire système ». Par exemple, la mise en place d'une dotation inconditionnelle d'autonomie (DIA) s'accompagnerait de l'instauration d'un « revenu maximal acceptable » (RMA), et serait envisagée en parallèle d'un partage et d'une réduction du temps de travail rémunéré (Liegey et al., 2013); tandis que la réforme du système de création monétaire est souvent avancée comme une mesure indispensable pour accompagner la contraction attendue de l'économie (Farley et al., 2013). Par conséquent, l'exploration et l'évaluation de scénarios et de stratégies de Décroissance nécessite d'implémenter simultanément des *combinaisons* de ces propositions *de différentes natures et de différentes échelles* au sein d'un même cadre de modélisation, afin d'être en mesure d'étudier leurs impacts combinés et leurs interdépendances (conflictuelles ou synergiques). Un sérieux défi en somme.

2.2.2. Quels critères d'évaluation pour des scénarios de « type » Décroissance ?

Un second point qu'il convient d'aborder est celui du choix des critères « appropriés » pour l'évaluation des scénarios de Décroissance qui seront modélisés. Le travail considérable entrepris depuis le début des années 1990 autour de la conception d'indicateurs pour le développement durable, notamment en réponse à l'appel de la CNUCED de Rio de Janeiro en 1992 (UNCED, 1992, chapter 40), peut offrir ici un point de départ intéressant.

La volonté de disposer d'observations plus détaillées et plus précises sur le système social et son environnement biophysique – que des indicateurs uniques agrégés (tels que le PIB) ou synthétiques (comme l'Indice de Développement Humain (IDH)) ne peuvent fournir – a conduit à l'élaboration et au développement de vastes jeux d'indicateurs spécialisés, généralement organisés par thèmes. A titre d'exemple, la Commission Européenne dispose désormais de plus de 130 indicateurs, regroupés en 10 thèmes, et organisés en 4 niveaux (avec 34 sous-thèmes), publiés sur EUROSTAT¹²⁴.

Cependant, comme O'Neill (2012a) le souligne, de tels cadres d'analyse agencés par thèmes « sont utiles pour suivre la réalisation de certains objectifs politiques spécifiques, mais ils ne fournissent aucune information quant aux liens qui existent entre les indicateurs, et ne disent rien de leur importance respective »¹²⁵. Le recours à un grand nombre d'indicateurs ne facilite par ailleurs pas leur interprétation, et risque ainsi de ne pas offrir de représentation globale accessible et appropriable (European Commission, 2003, p. 7). De plus, la pertinence de ces jeux d'indicateurs est questionnable au regard de notre objectif, à savoir : l'évaluation de scénarios de Décroissance en termes de soutenabilité biophysique (forte) et de soutenabilité sociale. Dans cette optique, par exemple, l'absence d'indicateurs essentiels, notamment d'indicateurs de stocks pour la plupart des ressources fossiles ou minérales, et d'indicateurs d'échelle, mettant les flux de ressources en regard des stocks disponibles, apparaît particulièrement problématique ; tandis que, symétriquement, on pourra s'interroger sur l'utilité ou l'à-propos d'indicateurs tels que le « PIB par personne », ou les « compétences de la population en informatique » (Eurostat, 2011))...

Dans l'idée d'élaborer un système d'information dédié à l'évaluation de l'avancée des sociétés dans une transition de Décroissance vers une économie stable stationnaire (*steady state economy*), O'Neill (2012a) propose un cadre conceptuel spécifique basé sur le « continuum finalités-moyens » (*Ends-Means Continuum*) développé par Herman Daly (Daly, 1977), et repris par Meadows (1998). A partir de ce cadre conceptuel, en s'appuyant respectivement sur la définition donnée par Daly d'une économie stationnaire, et sur les objectifs annoncés des mouvements de la Décroissance, O'Neill propose un jeu d'indicateurs biophysiques et sociaux « idéalisés » (c'est-à-dire que l'on souhaiterait pouvoir mesurer dans l'absolu), et suggère, pour chacun de ces indicateurs idéalisés, un exemple d'indicateur mesurable existant, potentiellement utilisable comme proxy (Figure 3). Le choix des critères d'évaluation pourrait ainsi utilement s'inspirer de ce cadre de travail.

Evidemment, certains indicateurs proposés par O'Neill (2012a) sortent du périmètre d'application « raisonnable » de la modélisation numérique. C'est par exemple le cas d'indicateurs non-économiques, politiques, ou « organiques », comme « l'espérance de vie » ou encore les indicateurs relatifs à la « démocratie participative » qui, du fait de leur nature qualitative, de la complexité et de la connaissance souvent limitée des mécanismes dont ils dépendent, ne sauraient être transcrits de manière réaliste et opérationnelle en variables de sortie d'un modèle numérique. Il en va évidemment de même pour les indicateurs « subjectifs » (« bien-être subjectif », « satisfaction de vie », etc.).

¹²⁴ <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/sdi/context>

¹²⁵ "[theme-based frameworks] are useful for monitoring performance on specific policy goals, but they provide no information on the relationship between indicators, or their relative importance" (O'Neill 2012a)

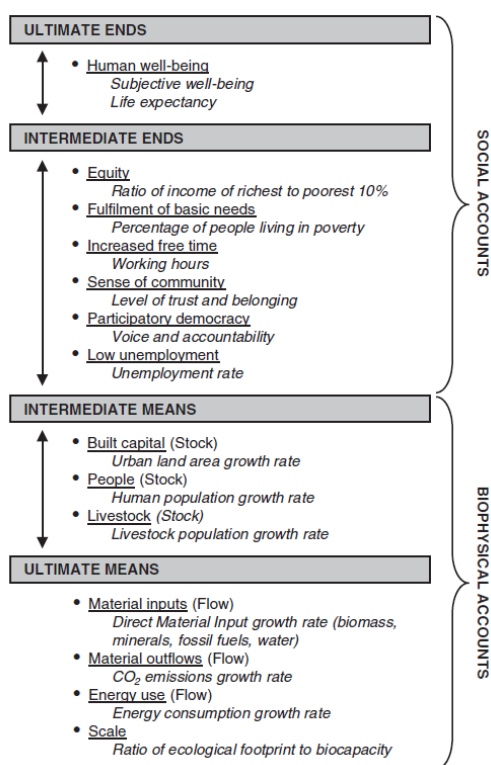


Figure 3 – Un exemple de jeu d'indicateurs potentiellement utilisables pour mesurer l'avancée dans une transition de Décroissance vers une économie stationnaire (O'Neill, 2012a)

En revanche, il n'est pas rare que les exercices de modélisation numérique intègrent des indicateurs socio-économiques "standards", comme le taux de chômage, le ratio entre les revenus des X% les plus riches et les plus pauvres, le pourcentage de personnes vivant sous le seuil de pauvreté¹²⁶, ou le temps de travail. Il semble pertinent, dans notre cas, d'en proposer une représentation explicite¹²⁷. Il en va de même pour les indicateurs biophysiques tels que les usages énergétiques (si possible par type d'énergie), et les flux de matériaux et de déchets (entre autres, les émissions de gaz à effet de serre). Si en pratique ces indicateurs sont encore le plus souvent associés à des *périmètres géographiques*, il conviendrait plutôt ici de décliner une approche empreinte visant à refléter les impacts *globaux* associés à des *modes de vie*. Ceci implique par exemple que soient comptabilisés les impacts « incorporés » (énergie grise, contenu matériaux, contenu CO₂, ...) dans les biens et services importés et exportés, afin de rendre compte de la globalité des flux transfrontaliers de ressources et de polluants, et par-là, de prendre en considération ce que l'on nomme pudiquement « externalités spatiales », dont l'importance ne saurait être négligée pour les économies globalisées (Chancel and Pourouchottamin, 2013)¹²⁸. Un tel jeu d'indicateurs socio-économiques et biophysiques, organisé selon le cadre conceptuel proposé par O'Neill, et implémentable dans un modèle numérique, pourrait ainsi constituer une première base de critères intéressante pour l'évaluation de scénarios de Décroissance.

¹²⁶ Bien que la notion de "pauvreté" comporte de multiples autres dimensions (Rahnema, 2003), dans les sociétés industrialisées actuelles, cet indicateur peut, *en toute première approximation* et de manière simpliste, être défini relativement à un seuil de revenu. Une telle définition nécessiterait toutefois d'être révisée selon les évolutions sociales et institutionnelles envisagées, et en particulier dans le cas de la mise en place d'une Dotation Inconditionnelle d'Autonomie, afin de prendre en compte d'éventuels éléments non-matérielles, par exemple l'accès 'gratuit' à certains services, etc.

¹²⁷ Il pourra aussi être nécessaire de reconsidérer la pertinence du concept de chômage, les scénarios de Décroissance pouvant impliquer le transfert de certaines activités de la sphère professionnelle vers la sphère informelle (ou « *amateur economy* »)(Norgard, 2013). Les enjeux liés à l'emploi impliquent par ailleurs de nombreuses dimensions qu'il serait souhaitable de prendre en considération (ex. : types d'emploi, précarité, etc.), et qu'un simple « taux de chômage » ne saurait refléter. D'autres indicateurs seraient ainsi nécessaires.

¹²⁸ Les bases de données requises pour ce travail sont encore peu développées cependant.

De manière plus générale – cela n’est pas spécifique aux scénarios de Décroissance – le choix d’un jeu d’indicateurs « appropriés » demeure inévitablement subjectif et chargé de valeurs. Par conséquent, en l’absence d’un consensus clair – qui peut ne jamais exister –, on privilégiera, dans les limites de ce que la disponibilité des données permet en pratique, l’incorporation d’un spectre suffisamment large d’indicateurs de différentes natures, de manière à pouvoir rendre compte d’éventuelles situations d’arbitrage (*trade-offs*), et à répondre à une exigence de pluralisme élémentaire : permettre des évaluations basés sur différents systèmes de valeurs.

Enfin, rappelons avec Meadows (1998) et O’Neill (2012a) que l’évaluation de la soutenabilité biophysique et sociale des scénarios nécessite de définir des objectifs ou des limites pour les indicateurs. Selon O’Neill (2012a), le choix des objectifs biophysiques devrait « se fonder sur les meilleurs éléments scientifiques disponibles, en appliquant le principe de précaution en situation d’incertitude, et en reconnaissant qu’aucun choix d’objectif n’est exempt de jugement de valeur »¹²⁹ ; et les objectifs sociaux devraient « probablement être basés sur un processus démocratique et participatif ». En effet, l’absence d’objectifs clairement définis ne permettrait qu’une évaluation relativiste des scénarios – par comparaison des scénarios entre eux – et nous laisserait encore plus indécis dans les situations d’arbitrage entre des indicateurs de différente nature.

2.2.3. Les approches de modélisation ordinaires se prêtent-elles à l’étude de la Décroissance?

Intéressons-nous à présent à quelques approches de macro-modélisation quantitative communément utilisées pour l’évaluation d’impacts et l’aide à la décision autour des enjeux économie-énergie-environnement et « développement durable », et qui, puisqu’elles visent à intégrer à la fois des dimensions biophysiques et socio-économiques, pourraient *a priori* être pertinentes pour la modélisation et l’évaluation de stratégies de Décroissance.

Le très grand nombre de modèles, leur variété, leurs spécificités propres et leur relative complexité rend délicate toute tentative d’en établir une taxonomie claire et pertinente. Comme le soulignent Kelly (Letcher) et al. (2013):

“classification using a concise framework can be somewhat arbitrary, and models may belong to more than one class or be a mixture of more than one class.”

Une première possibilité pourrait consister à classer les modèles en fonction de certaines caractéristiques distinctives que l’on trouve souvent mises en opposition dans la littérature. D’après Nijkamp et Van Den Berg (1997), Boulanger et Bréchet (2003), Böhringer et Löschel (2006), Assoumou (2006), Crassous (2008), et Kelly (Letcher) et al. (2013), les distinctions usuelles concernent par exemple :

- Le niveau d’échelle et d’agrégation (macro vs micro) ;
- Le traitement de l’espace (non-spatial / spatial agrégé par bloc (*lumped-spatial*)/ espace quadrillé (discret)/ espace continu ; et global / régional / local) ;
- Le traitement du temps (non-temporel, statique, stationnaire, *time-invariant* / cinétique / dynamique¹³⁰) ;
- Le paramétrage et les données d’entrée (estimation économétrique / calibration de fonctions (ou « formes fonctionnelles »)) ;
- La structure, la circulation et le traitement de l’information (*bottom-up* vs *top-down*) ;
- Les méthodes de résolution (simulation vs optimisation)
- Etc.

¹²⁹ “based on the best scientific evidence available, applying the precautionary principle where there is uncertainty, and acknowledging that no target is value free” (O’Neill 2012a)

¹³⁰ Les modèles “dynamiques” se distinguent des modèles “cinétiques”, selon Mario Bunge, par la représentation explicite des mécanismes qui expliquent et déterminent l’évolution du système au cours du temps, ceux-ci n’étant pas représentés dans les modèles “cinétiques” (Boulanger and Bréchet, 2003).

Toutefois, en réponse à des critiques initiales, les modèles tendent parfois à transcender ces différentes dichotomies, par exemple en intégrant des éléments de microéconomie dans des modèles macroéconomiques, ou encore en combinant des approches *bottom-up* avec des modèles *top-down* (Böhringer and Löschel, 2006; Böhringer, 1998; Boulanger and Bréchet, 2003; Janssen and Jager, 2001). Une autre option pour proposer une classification consisterait alors à distinguer, au sein de ce continuum multidimensionnel, différents groupes, classes, ou types de modèles reposant sur des « paradigmes » communs (au sens large). On peut ainsi suggérer la liste suivante des différentes « classes » de modèles les plus communément rencontrées (qui inclut ceux identifiés par Boulanger et Bréchet (2005):

- Modèles d'équilibre général calculable (MEGC) et modèles d'équilibre partiel
- Modèles macro-économétriques
- Modèles de dynamique des systèmes (*System Dynamics* (SD))
- Réseaux Bayésiens (*Bayesian Beliefs Networks* (BBN))
- Modèles multi-agents (*Agent Based Models* (ABM))
- Modèles d'optimisation centralisée (modèles de croissance optimale Ramsey-Cass-Koopmans (ex.: DICE¹³¹) ou modèles du système énergétique comme MarkAL-TIMES¹³²)
- Analyse entrées-sorties étendue (*extended input-output analysis*)

Des descriptions détaillées ainsi que des études comparatives de ces différentes approches de modélisation quantitative existent déjà dans la littérature. Par exemple, Boulanger et Bréchet (2005) proposent une évaluation comparative de six des paradigmes de modélisation mentionnés ci-dessus, sur la base de cinq critères méthodologiques jugés pertinents pour l'élaboration de politiques et la prise de décision autour du « développement durable », à savoir : l'interdisciplinarité, le traitement de l'incertitude, la perspective long-terme, la perspective globale-locale, et le potentiel participatif. Leur méthodologie d'évaluation s'appuyait sur des ateliers participatifs réunissant des modélisateurs et des utilisateurs de modèles. Dans la même optique, avec pour idée de proposer un cadre méthodique pour aider les décideurs et les modélisateurs à choisir des approches de modélisation appropriées, Kelly (Letcher) et al. (2013) passent en revue cinq types d'approches ou de modèles couramment utilisés pour l'évaluation intégrée et la gestion environnementales. Chacune des approches retenues y est examinée en fonction des critères suivants : l'objectif recherché, le type de données dont on dispose, le traitement du temps, de l'espace, de l'incertitude, la méthode de résolution, le compromis souhaité entre l'étendue du système considéré et le niveau de détail de sa description, la structure et la nature des entités du modèle, la description de leurs interactions, le type d'applications, et les principaux atouts et faiblesses de l'approche, en prenant en compte les aspects méthodologiques et pratiques.

De ces analyses, et plus généralement de la littérature, il ressort que « chaque modèle a son utilité propre » (Boulanger et Bréchet, 2005), et qu'une variété d'approches peuvent être mobilisées pour différentes applications (Kelly (Letcher) et al., 2013; Scrieciu, 2007). L'étude menée par Boulanger et Bréchet suggère que les réseaux bayésiens, les modèles multi-agents et les modèles de dynamique des systèmes en particulier, présentent un potentiel intéressant pour l'intégration de connaissances interdisciplinaires de différentes natures, la prise en compte de différentes échelles temporelles, et de différents niveaux institutionnels et ontologiques, ce qui en fait des approches relativement bien adaptées à l'étude des enjeux du « développement durable ». Si les réseaux bayésiens¹³³ se prêtent toutefois mal à une représentation des dynamiques temporelles, la capacité des modèles de dynamique des systèmes à gérer des mécanismes de rétroaction (*feedback*), et la possibilité qu'offrent les modèles multi-agents d'étudier des comportements émergents d'un système rendent ces deux dernières approches particulièrement intéressantes pour l'étude

¹³¹ URL: <http://www.econ.yale.edu/~nordhaus/homepage/dicemodels.htm>

¹³² URL: <http://www.iea-etsap.org/web/Markal.asp>

¹³³ Mentionnons par ailleurs que les réseaux bayésiens reposent sur des distributions de probabilités, ce qui implique la double hypothèse très audacieuse selon laquelle toutes les éventualités, toutes les issues possibles sont connues *a priori*, et que des (estimations de) probabilités peuvent être attribuées à chacune d'entre elles. (Verspagen, 2009)

des systèmes complexes. Toutefois, celles-ci ont aussi leurs limites et leurs inconvénients : il peut s'agir de l'indisponibilité de certaines données ou informations nécessaires au paramétrage des modèles – or il s'agit souvent d'une tâche délicate, les modèles pouvant être très sensibles aux conditions initiales –, ou encore, en particulier pour les modèles multi-agents, de la fragilité et du manque de fondements théoriques à partir desquels dériver les règles comportementales des agents (Boulanger and Bréchet, 2003). Ainsi, ces types de modèles semblent généralement mieux adaptés à des approches exploratoires visant à améliorer la compréhension des systèmes ou ayant un objectif d'apprentissage social (*social learning*), qu'à des exercices de prévision, ou à la prise de décision (Kelly (Letcher) et al., 2013).

En ce qui nous concerne, compte tenu de l'originalité de notre thème de recherche, il n'est pas certain que l'un des types de modèles listés plus haut permette de couvrir – et d'étudier avec rigueur – la diversité (à la fois en termes de nature et d'échelle) des propositions de la Décroissance qui nous intéressent, et la variété d'indicateurs que nous aimerions prendre en compte pour leur évaluation. Il est même délicat d'identifier un type de modèle spécifique qui serait *indiscutablement* mieux adapté à notre objectif que les autres.

Néanmoins, nous pouvons déjà écarter certaines approches. Par exemple, les modèles d'optimisation centralisée, s'ils peuvent se révéler appropriés pour la modélisation de systèmes comportant un centre de décision centralisé unique, se prêtent mal à des approches exploratoires autour de problèmes multi-objectifs et multipartites comme le nôtre, où les prises de décision sont réparties entre de nombreux acteurs aux intérêts potentiellement divergents et rivaux, et où définir une fonction objectif formelle apparaît délicat, voire non souhaitable (Boulanger and Bréchet, 2003; Kelly (Letcher) et al., 2013; Nijkamp and Bergh, 1997). Quant aux modèles d'équilibre général calculable (MEGC), leur faible couverture des indicateurs sociaux ou environnementaux complexes (Böhringer and Löschel, 2006), leur description insatisfaisante des aspects dynamiques et des trajectoires de transition, sans parler du manque de fondements empiriques et des sérieuses faiblesses dans la théorie économique sous-jacente (Scricciu, 2007), sont autant d'handicaps substantiels qui nous inclinent à penser qu'ils ne constituent pas l'option la plus appropriée dans notre cas.

La capacité d'un modèle à rendre compte de la dynamique du système étudié est à ce propos une caractéristique à privilégier pour étudier l'impact potentiel des propositions de la Décroissance. Celles-ci sont en effet susceptibles d'induire des évolutions radicales des systèmes socio-économiques et de leur environnement, et de les conduire à des situations atypiques, voire « de crise », induisant par là des comportements inhabituels et imprévisibles. Dans un tel cas de figure, il est peu probable que les modèles statiques ou stationnaires, généralement basés sur la notion d'*équilibre*, fournissent des résultats interprétables et « réalistes », car l'équilibre proposé par le modèle peut ne correspondre en pratique à aucun état atteignable de manière plausible ou vraisemblable par le système réel, sans que celui-ci ne bascule au préalable dans une situation de crise, où les mécanismes mêmes supposés conduire à l'équilibre sont susceptibles d'évoluer ou d'être neutralisés. En réalité, la plupart des modèles risquent de perdre beaucoup de leur représentativité et de leur pertinence dès lors que le système qu'ils entendent représenter est considéré en dehors de ses conditions « normales » ou « standard » d'évolution. Néanmoins, dans ces cas de figure, les modèles dynamiques peuvent encore offrir des éclairages utiles, en permettant d'explorer et d'analyser les trajectoires possibles du système *avant* que celui-ci n'atteigne des états critiques. Par ailleurs, il est possible de considérer les systèmes socio-économiques et environnementaux comme des systèmes évolutifs (*evolutionary systems*) (Bergh, 2007; Faber and Frenken, 2009; Foster and Holzl, 2004; Nelson, 1982), pour lesquels il peut être question d'équilibres multiples. Ces équilibres, comme le note Verspagen (2009), « ne sont pas fixes, mais évoluent en raison des évolutions du système lui-même. Par conséquent, dans un système évolutionnaire, les équilibres sont rarement atteints en réalité. Ils constituent plutôt des attracteurs qui tirent le système dans une certaine direction pendant un temps, avant de céder la place à un nouvel attracteur »¹³⁴. Aussi, l'intérêt ne

¹³⁴ Dans la source: "[These equilibria] are not fixed, but are changing as a result of change in the system itself. As a result, equilibria in an evolutionary system are rarely actually reached. Instead, they serve as an attractor that pulls the system in a certain direction for a prolonged period, before giving way to a new attractor" Verspagen (2009)

réside pas tant dans des états d'équilibre virtuels qui peuvent ne jamais être atteints, que dans la dynamique transitoire du système vers ces équilibres dynamiques (Verspagen, 2009). Au regard de ces points, le caractère dynamique d'un modèle est donc à considérer comme un élément essentiel pour l'étude des systèmes socio-économiques et environnementaux.

En fin de compte, l'une des stratégies de modélisation les plus prometteuses pour ce type de problèmes – que défend aussi Kelly (Letcher) et al. (2013), sous le vocable de « modèles à composants couplés » (*“coupled-components models”*) – consisterait, semble-t-il, à développer des approches hybrides *ad hoc*, par couplage ou intégration appropriée de différents types de modèles au sein d'un même cadre cohérent, de manière à « capter les avantages de ces différents types de modèles en surmontant certaines de leur limites » (Kelly (Letcher) et al., 2013). Un tel travail reste à effectuer au sujet de la Décroissance, et ne s'annonce pas aisé. Dans les paragraphes qui suivent, nous aborderons quelques points qui méritent selon nous une attention particulière.

2.3. Ecueils potentiels et pistes d'amélioration des modèles

A travers cette section, nous discuterons de quelques points clés sur lesquels les approches de modélisation courantes nécessiteraient d'être améliorées pour pouvoir aborder la question de la Décroissance, et proposerons quelques éléments de réflexion au sujet de certaines difficultés potentielles, plus généralement en lien avec la *complexité* du système qu'il s'agit d'étudier.

2.3.1. L'avenir n'est pas qu'un long passé : les limites de l'extrapolation pour l'étude de la Décroissance

L'une des approches communément employées pour produire des visions possibles du futur consiste à se tourner vers le passé afin d'identifier et d'*extrapoler* des tendances historiques. Une telle approche est par exemple mobilisée dans les modèles macro-économétriques, ainsi que dans certains modèles de dynamique des systèmes, quand les comportements systémiques sont basés sur des estimations économétriques agrégées à partir de séries temporelles. Elle peut également concerner les réseaux bayésiens, lorsque les distributions de probabilités sont issues de données statistiques observées. Si cette option a l'avantage de présenter des fondements empiriques, elle risque toutefois de montrer rapidement ses limites dans notre cas. Comme elle repose sur des régularités statistiques induites par les systèmes institutionnels dont la stabilité est inévitablement locale et temporaire, la validité de cette approche est restreinte à des enjeux locaux et de court-terme (Costanza and Ruth, 1998). Ce point ne saurait être négligé dans notre cas : les propositions des mouvements de la Décroissance impliquent une mutation conjointe des valeurs, des institutions et des structures, susceptible de composer un contexte radicalement différent et sans précédent historique, générateur de nouveaux comportements systémiques, et qui rendrait ainsi obsolètes d'éventuelles estimations économétriques fondées sur le passé¹³⁵. Une telle approche, qui consiste fondamentalement à dessiner des futurs à partir de reproductions des schémas comportementaux passés du système, ne permet pas d'envisager de contexte radicalement nouveau, ni de réfléchir adéquatement au changement social que les stratégies de la Décroissance sont susceptibles d'engendrer. Cela ne veut pas dire pour autant que le passé est dénué d'intérêt : au contraire, un diagnostic rétrospectif demeure une étape indispensable pour identifier et comprendre les éléments moteurs et les inerties du passé, qui peuvent parfois agir encore.

¹³⁵ Ce point rejoint la critique de Lucas en économie: *“given that the structure of an econometric model consists of optimal decision rules of economic agents, and that optimal decision rules vary systematically with changes in the structure of series relevant to the decision maker, it follows that any change in policy will systematically alter the structure of econometric models”* (Robert E. Lucas, 1976). Autrement dit: il serait naïf d'essayer de prédire l'effet d'un changement de politique économique en se basant uniquement sur des données historiques, puisque les schémas comportementaux des agents peuvent évoluer en raison même du changement d'orientation de la politique économique.

2.3.2. Améliorer les fondements « micro » et approfondir la représentation des comportements des agents.

Les approches “micro-fondées”, qui proposent de se baser sur des motivations ou des règles supposées durables, invariantes et indépendantes des mesures politiques, pour en dériver les comportements des agents, constituent une option alternative. C’est dans cette lignée que s’inscrivent par exemple les modèles multi-agents et les modèles d’équilibre général calculables (MEGC). Proposer des déterminants *invariants* pour les comportements des agents sociaux demeure toutefois une tâche délicate et assez arbitraire, étant donné que les comportements humains et sociaux impliquent toujours des systèmes de valeurs pluriels, et constamment susceptibles d’évoluer en fonction d’interactions co-évolutives complexes avec l’environnement (biophysique, institutionnel, social, et économique)(Kallis and Norgaard, 2010).

Le paradigme utilitariste réductionniste de l’*homo œconomicus*, bien que largement critiqué et invalidé par l’anthropologie, la sociologie, la psychologie, la psychanalyse et l’économie comportementale, est sans doute l’approche « micro-fondée » la plus communément rencontrée à l’heure actuelle dans le champ de la modélisation macroéconomique. Théoriquement et conceptuellement bancal, ce paradigme pose également des problèmes pratiques inextricables. Faisant abstraction de l’influence des normes, des habitudes, des conventions, des croyances, de la nécessité, ou des préoccupations morales ou éthiques, les agents sont supposés suivre des schémas comportementaux identiques : ceux d’un agent unique qui, bien que sans inconscient, sans histoire ni appartenance de classe, serait pourtant « représentatif », et agirait de manière « rationnelle¹³⁶ », calculatrice, informée, indépendante, et égoïste¹³⁷ dans le but unique de « maximiser son utilité ». Laquelle utilité dépend des préférences individuelles des agents, qui, bien qu’impossibles à évaluer rigoureusement ou à quantifier empiriquement¹³⁸ (Bergh, 2003), sont définies et fixées *a priori* et de manière exogène – plutôt que culturellement et socialement déterminées, et susceptibles d’évoluer dans le temps¹³⁹. Qui plus est, *en pratique*, la difficulté de prendre en considération les biens et services non marchands, les éléments qualitatifs ou incommensurables (par exemple les troubles sociaux, la liberté, la qualité du lien social, etc.) dans l’arbitraire « arithmétique des peines et des plaisirs » qu’implique l’utilitarisme, conduit généralement à employer des fonctions d’utilité relativement simplistes dans les modèles appliqués. En effet, celles-ci se résument le plus souvent à des fonctions concaves et strictement croissantes (ex. formes

¹³⁶ Ou plus exactement selon *une* seule forme *particulière* de rationalité - pour reprendre la terminologie wébérienne : la rationalité du but (*zweckrational*), mais pas celle commandée par les valeurs (*wertrational*).

¹³⁷ Bien que le cas soit rarement considéré dans la littérature, il est certes possible de définir des « préférences altruistes » dans un cadre utilitariste. Une telle conception s’inscrit néanmoins toujours dans l’axiomatique tautologique de l’intérêt, et, d’un point de vue conceptuel et philosophique, diffère fondamentalement de la notion de *réciprocité* (Caillé, 2008; Muraca, 2013). De cet « agent représentatif » fictif, on peut bien dire encore qu’il demeure *égoïste* dans la mesure où il est « indifférent à la solidarité »(Parijs, 1990). Comme le souligne Caillé (2008) : « *les champions de la version égoïste de l’intérêt souverain auront toujours beau jeu de soutenir qu’« en dernière instance », si le sujet obéit à des motivations en apparence « altruistes », c’est bien parce qu’« il y trouve son compte »*. L’ouverture à l’altérité est ainsi reconduite à l’égoïsme. »

¹³⁸ Il faudrait, pour évaluer ces préférences, définir au préalable une échelle, un étalon, ou une unité de mesure commune et universelle, qui n’existe pas. De plus, quand bien même il serait possible d’identifier un jeu de préférences pour une personne, celui-ci ne serait pas nécessairement unique, ne s’appliquerait pas nécessairement à toutes les décisions : par exemple, les préférences relatives aux objectifs sociaux peuvent différer des préférences relatives aux comportements de la sphère privée (Pezzey, 1992). Enfin, se poserait la question de l’arbitraire du critère d’agrégation des préférences individuelles, le théorème d’impossibilité d’Arrow discréditant toute tentative d’agrégation des préférences ordinales individuelles en une mythique préférence collective.

¹³⁹ La recherche en psychologie et en sociologie a montré que les préférences des individus évoluent au travers des contacts interpersonnels – ce que l’on nomme le processus (ou effet) de socialisation (Janssen and Jager, 2001). Par ailleurs, les personnes tendent à ajuster leurs préférences et leurs attentes "aux possibilités ou aux probabilités objectives de leur réalisation", ce que Bourdieu (2003) désigne par l’amor fati : l’amour du destin (in Rist, 2010b, p. 119). C’est également ce que Broomley (2013) illustre avec humour : “You don’t know what you want until you know what you can have; this is why restaurants have a menu”.

logarithmiques) du niveau absolu de consommation¹⁴⁰, ce qui suggère – et finalement réduit les comportements humains à – une « passion acquisitive » illimitée¹⁴¹ (Rist, 2010b, p. 126).

Compte tenu des observations de la psychologie, de l'anthropologie ou de la sociologie, une telle approche apparaît primitive et inexacte. Un grand nombre d'études expérimentales et théoriques soulignent l'importance des motivations intrinsèques, non purement économiques et non-monétaires qui sous-tendent les comportements humains. Leur rôle a par exemple été mis en évidence autour de la gestion de biens publics, de questions sociales, ou d'enjeux environnementaux (Fehr and Fischbacher, 2002; Frey, 1997; Spash, 2010; Steg and Vlek, 2009). Plusieurs études suggèrent également que les personnes n'optimisent pas tant les conséquences de leurs comportements, que leurs ressources cognitives (limitées), ce qui les conduit à adopter des comportements « satisfaisants et suffisants » (« *satisficing behaviors* ») via des routines automatiques (Jager et al., 2000; Simon, 1976). L'hypothèse de l'utilitarisme conséquentialiste, intéressé, égoïste et matérialiste n'est en fait pas seulement inexacte ou non-représentative. Elle est aussi fondamentalement inappropriée pour l'objet même de notre étude. En effet, en évacuant la pluralité des systèmes de valeurs, cette représentation exclut *a priori* les comportements et modes de vie prosociaux et pro-environnementaux, et ne laisse aucune place à des options du type « simplicité volontaire ». De plus, elle ignore certains mécanismes ou processus sociaux et psychologiques spécifiques sur lesquels plusieurs des propositions portées par les mouvements de la Décroissance entendent précisément agir. Or ces mécanismes ne doivent pas être négligés ou supposés inopérants avant d'être examinés attentivement et évalués convenablement (sinon, cela reviendrait à poser comme hypothèse ce que nous cherchons précisément à découvrir (Oreskes, 2003)). Considérons par exemple la proposition de « Revenu Maximum Acceptable » – c'est-à-dire de plafond de revenus – : sa mise en place est supposée impacter les modes de consommation non seulement de manière directe, via un *effet revenu* sur les plus hautes rémunérations (une diminution de revenu est supposée induire une baisse de consommation), mais aussi de manière indirecte, en tempérant les *effets de démonstration et d'imitation* (Duesenberry, 1949), et l'effet d'entraînement lié à la *consommation ostentatoire* (*conspicuous consumption*)(Veblen, 1899). En effet, du fait de l'émulation induite par le phénomène de rivalité ostentatoire¹⁴², les modes de consommation des plus hauts revenus se constituent généralement en référence ou en modèle pour une grande partie de la société (Kempf, 2007). Par conséquent, il est attendu que l'impact de la mesure sur les modes de consommation des plus hauts revenus se répercute (*trickle down*) sur les modes de consommation des autres groupes sociaux (Liegey et al., 2013, p. 50). Aussi, évaluer les impacts possibles d'un plafond de revenu nécessite de porter une attention particulière à ces mécanismes de démonstration et d'imitation, ce qui suppose de s'intéresser aux niveaux relatifs – et non seulement absolus – de revenu et de

¹⁴⁰ En théorie, les fonctions d'utilité peuvent intégrer différents types de biens ou services. Toutefois, l'agrégation des différents arguments nécessite de définir des courbes d'indifférence et des élasticités de substitution : un autre choix arbitraire laissé aux modélisateurs. Qui plus est, les arbitrages (*trade-offs*) que la plupart de ces fonctions d'utilité autorisent entre leurs arguments peuvent aussi se révéler psychologiquement impossibles, ou moralement inexcusables dans la réalité (Page, 1983). Il existe en effet des situations dans lesquelles les individus adoptent des postures « non-compensatoires » (*non-compensatory stance*), et refusent de faire des arbitrages ou des compromis. De telles situations ont par exemple été mises en évidence autour d'enjeux environnementaux, comme par exemple au sujet de l'évaluation de la biodiversité (Spash and Hanley, 1995). En économie, on parle alors de *préférences lexicographiques*. Or ces préférences lexicographiques ne peuvent être représentées par une simple *fonction* d'utilité, car l'axiome de continuité serait violé. Derrière cet obstacle technique se cache en fait un problème plus général. Comme l'écrit Cartwright : « un modèle est un travail de fiction. Certaines propriétés attribuées aux objets dans le modèle seront effectivement des propriétés de l'objet modélisé, mais d'autres ne seront que des propriétés fonctionnelles, choisies par commodité, afin de pouvoir inclure l'objet dans le champ d'application de la théorie mathématique » (« *a model is a work of fiction. Some properties ascribed to objects in the model will be genuine properties of the objects modeled, but others will be merely properties of convenience (...) to bring the objects modeled into the range of the mathematical theory.* »). Par conséquent, il n'est pas rare que les paramètres manquent de signification physique et de référence à la réalité (Haag and Kaupenjohann, 2001).

¹⁴¹ On ne peut pourtant exclure les cas où une moindre consommation permettrait d'accroître la satisfaction (Layard, 2005; Rist, 2010b, p. 126).

¹⁴² Selon la théorie de la *rivalité ostentatoire* exposée par Veblen (1899), les individus tendent à imiter les modes de consommation des personnes situées « plus haut » dans la « hiérarchie sociale » (le fameux « *keeping up with the Joneses* »).

consommation. De même, on ne saurait saisir l'impact d'une réglementation sur la publicité en considérant cette dernière comme une simple activité économique, sans prendre en compte son rôle de vecteur idéologique (diffus). Le paradigme de l'*homo oeconomicus*, qui ne laisse aucune place pour ces considérations, est donc tout à fait inapproprié.

De sérieuses améliorations dans la représentation des comportements humains seraient ainsi requises, si ceux-ci devaient être rendus endogènes dans les modèles employés pour étudier la Décroissance. Peut-être cela nécessiterait-il d'approfondir la compréhension des motivations et des mécanismes sociaux qui les sous-tendent¹⁴³ ; mais même avant cela, une meilleure prise en compte des connaissances *déjà existantes* dans le champ des sciences humaines et sociales, et leur intégration dans les modèles appliqués *via* une démarche interdisciplinaire ambitieuse pourrait constituer un progrès important. En réalité, il existe déjà des modèles conceptuels de comportement plus élaborés, prenant par exemple en considération les limites cognitives ainsi que certains effets de socialisation qui seraient pertinents pour l'étude de scénarios de Décroissance. Toutefois, ces éléments n'ont généralement été implémentés que dans des modèles *théoriques* (Jager et al., 2000; Janssen and Jager, 2001). Bien que la disponibilité de données quantitatives adéquates puisse constituer un obstacle, les exercices de modélisation macro autour de la Décroissance (mais pas seulement) pourraient utilement s'inspirer de tels modèles.

2.3.3. Appréhender les systèmes socio-économiques et écologiques dans leur complexité

L'exploration des impacts socio-économiques et environnementaux possibles des propositions de la Décroissance à l'échelle macro n'implique pas moins qu'une étude prospective à long terme des sociétés et de leur environnement, c'est-à-dire de systèmes sociaux et écologiques *imbriqués*. De tels systèmes sont indéniablement *compliqués* en soi, du fait du nombre et de la diversité de leurs entités constituantes, de leurs interactions multiples, et de leurs organisations multi-niveaux. Mais *ils ne sont pas seulement* – « *simplement* » – *compliqués*. Ils constituent des systèmes ouverts au sein desquels une grande variété de processus enchevêtrés et interdépendants coexistent, coévoluent, et s'influencent mutuellement, sur des échelles de temps et à des niveaux d'organisation qui se chevauchent (Andersson et al., 2013), ce qui les rend difficilement décomposables en briques indépendantes étudiables séparément. Sur les échelles de temps envisagées pour l'étude de scénarios de Décroissance, les systèmes socio-économiques et écologiques réels peuvent également présenter des dynamiques non-linéaires (rétroactions, etc.), des phénomènes de coévolution, d'émergence et d'auto-modification (c'est-à-dire de production, de mutation ou de destruction de leurs propres composants) (Haag and Kaupenjohann, 2001; Kampis, 1992, 1991) : autant de propriétés caractéristiques des systèmes *complexes*, qui invitent à – ou plutôt imposent de – les appréhender comme tels. Par conséquent, nous nous trouvons face à un ensemble de difficultés plus généralement afférentes à la *complexité* du système étudié. Ces difficultés ont été exposées plus en détail ailleurs (voir par exemple Andersson et al., (2013)). Nous nous contenterons ici de n'en mentionner que quelques-unes, qui méritent selon nous une attention particulière.

Tout d'abord, un modèle consiste en une représentation *simplifiée* d'un système réel *compliqué ou complexe* (ou les deux) – ou plus exactement de ce qui en est perçu –, dont le rôle fondamental est d'apporter de l'intelligibilité. Or les simplifications comportent toujours le risque de mutiler la réalité en omettant ou en escamotant certains éléments critiques (Morin, 2005). Les approches réductrices reposant sur le paradigme

¹⁴³ Dans les conditions actuelles de production et de diffusion des connaissances scientifiques, le développement d'un tel champ de savoir concernant les comportements humains et leurs motivations, susceptible d'induire le développement corrélé d'un champ de pouvoir (Foucault, 1993(1975)), pose des questions éthiques, et – dans une perspective conséquentialiste – invite à évaluer le risque qu'un usage *cynique* plutôt que *clinique* soit fait de cette connaissance (Bourdieu, 1999). Les apports de la psychologie sociale et cognitive, par exemple, n'ont pas manqués d'être mis à profit de fins peu qualifiables d'émancipatoires (techniques de propagande moderne, marketing, etc. La publicité est peut-être son domaine d'application le plus perceptible aujourd'hui dans l'espace public...) (Cf. : Bernays, 2007(1928); Lippmann, 2010(1922)).

utilitariste évoqué précédemment en offrent un exemple. L'emploi de fonctions de production de type CES¹⁴⁴ à deux facteurs (capital agrégé et travail) – dont la forme Cobb-Douglas est un cas particulier – pour la représentation macroéconomique des processus de production en est un autre, guère moins répandu. En « dissolvant » les ressources non-renouvelables dans un agrégat de capital pouvant être reproduit et incrémenté par des investissements, en autorisant une large substituabilité entre les facteurs, et en éludant d'éventuelles « coproductions » – des productions conjointes de produits utiles et de déchets – , une telle représentation, incompatible avec les lois de la thermodynamique (Daly, 1997; Georgescu-Roegen, 1971), induit en erreur et ne permet aucunement d'aborder des questions essentielles de soutenabilité (Daly and Farley, 2004). Une évaluation approfondie des impacts biophysiques possibles de scénarios de Décroissance, comme nous le suggérons dans la section 2.2.2, nécessite clairement une description plus élaborée et plus fine des processus de production. Ainsi, une représentation d'un système complexe se voulant fonctionnelle et « non-mutilante » ne peut faire l'économie d'un certain niveau de complexité.

Toutefois, l'existence et la disponibilité des données, leur qualité, et sans doute davantage encore la nature qualitative de certains facteurs essentiels, constituent un premier obstacle à la prise en compte de la complexité du système étudié. Par exemple, alors que l'économie non-monétaire et informelle pourrait jouer un rôle clé dans une transition de type Décroissance – laquelle est souvent envisagée comme un processus de « déséconomisation » et de « dé-marchandisation » (*decommodification*)(Norgard, 2013) –, les données concernant cette « strate » de l'économie sont encore largement manquantes, et ne permettraient que des approximations rudimentaires. De même, toute tentative de paramétrer et de quantifier les motivations humaines et les comportements sociaux ne peut qu'être précaire et comporter une large part d'arbitraire. Mais d'autre part, choisir d'ignorer ces éléments incertains ou qualitatifs risquerait de conduire à des résultats encore plus bancals. Ceci nous amène à ce qu'Oreskes (2003) appelle le « *paradoxe de complexité* » (*complexity paradox*) :

*"(...) the closer a model comes to capturing the full range of processes and parameters in the system being modeled, the more difficult it is to ascertain whether or not the model faithfully represents that system. A complex model may be more realistic and at the same time more uncertain. This leads to the ironic situation that as we add more factors to a model, the certainty of its predictions may decrease even as our intuitive faith in the model increases."*¹⁴⁵

De ces considérations, il ressort alors que l'accent doit être mis sur le traitement adéquat de l'incertitude¹⁴⁶ – laquelle peut se rapporter à un manque de données, à de l'ignorance, ou à de l'indétermination (Haag and Kaupenjohann, 2001; O'Riordan and Jordan, 1995). Cette gestion de l'incertitude peut faire appel, entre autres, à des simulations sur des horizons de court-terme visant à « tester » les modèles, à des analyses de sensibilité, ainsi qu'à l'exploration d'une grande variété de scénarios exploratoires reflétant différents récits (du type : « *que se passerait-il si...?* ») de manière à explorer la diversité des impacts potentiels associés à des hypothèses contrastées d'action ou d'inaction (Oreskes, 2003; Verspagen, 2009). Surtout, étant donné qu'il est toujours difficile pour un « profane » de juger de la qualité des données mobilisées dans un modèle (Oreskes, 2000), il est essentiel que ces informations, incertitudes et qualité des données, soient systématiquement communiquées avec les résultats, de façon claire et accessible (Costanza and Ruth, 1998; Costanza et al., 1992). Compte tenu de la fascination et du pouvoir de persuasion que les modèles sophistiqués exercent sur le public

¹⁴⁴ CES: A élasticité de substitution constante.

¹⁴⁵ Traduit en français : « [...] plus un modèle s'approche d'une représentation holistique des processus et des paramètres du système étudié, plus il devient difficile de vérifier si ce modèle représente le système de manière fidèle. Un modèle complexe peut-être plus réaliste, et en même temps plus incertain. Ceci conduit à la situation ironique où, à mesure que l'on ajoute des facteurs à un modèle, la certitude de ses prédictions peut décroître, alors même que notre foi intuitive dans le modèle s'accroît. »

¹⁴⁶ « La connaissance progresse en intégrant en elle l'incertitude, non en l'exorcisant » (Morin, 1985(1977))

– mais aussi sur les utilisateurs des modèles¹⁴⁷ – (Nash et al., 1990; Oreskes, 2000; Philip, 1991; Yearley, 1999) on se saurait trop insister sur cette communication.

Par ailleurs, d'autres problèmes sont susceptibles d'émerger lorsque l'on cherche à rendre compte des aspects à la fois *compliqués* et *complexes* d'un système réel dans un modèle. Le recours à un très grand nombre de paramètres et de relations peut en effet rendre ce dernier difficilement intelligible, en particulier *a posteriori*, et surtout pour le public non initié. En d'autres termes, s'il est possible de préserver dans une certaine mesure la complexité du système réel dans un modèle, cela se fait au détriment de son accessibilité intellectuelle (Oreskes, 2000). Diluées dans la représentation confuse qui peut en résulter, les hypothèses chargées de valeurs deviennent alors difficiles à détecter. Mais ce n'est pas tout : le modèle peut aussi « imiter » la dynamique complexe du système réel, et ainsi, d'une certaine façon, devenir lui-même *-en soi- un système complexe* (Andersson et al., 2013), dont il devient difficile d'interpréter le comportement et de comprendre les causalités effectives. La complexité se mue alors en opacité, et en fin de compte, le modèle échoue à remplir sa fonction première : apporter de l'intelligibilité. Cela explique en partie pourquoi, dans de nombreux cas – et notamment pour la modélisation appliquée des enjeux économie-énergie-environnement –, le développement, l'usage et la compréhension des modèles sont restés le privilège d'une petite communauté d'experts et de modélisateurs, tandis que les « outsiders », les « profanes » (c'est-à-dire la majorité), se retrouvent avec des résultats « à prendre ou à laisser », générés par ce qu'ils perçoivent – et parfois les modélisateurs aussi – comme des « boîtes noires » (Funtowicz and Ravetz, 1992; Haag and Kaupenjohann, 2001). De telles situations nous semblent difficilement compatibles avec l'idéal de science post-normale souvent préconisé au sein de la communauté de recherche en économie écologique (Funtowicz and Ravetz, 1994, 1991; Silva and Teixeira, 2011) pour les problèmes caractérisés par des enjeux importants, des incertitudes fortes, et la centralité des questions de valeurs - comme par exemple les questions de soutenabilité, et typiquement, la Décroissance .

Développer des modèles appliqués de systèmes socio-économiques et écologiques pour étudier des scénarios de Décroissance implique donc de trouver un compromis délicat entre *représentativité* et *intelligibilité*, ce qui, pour paraphraser Paul Valéry (1942), nous ramène à ce vieux dilemme : « *ce qui est simple est toujours faux; ce qui ne l'est pas est inutilisable* ». Etant donné qu' « aucun niveau réaliste de réalisme ne triomphe du chaos très longtemps¹⁴⁸ » (Andersson et al., 2013), il nous paraît plus utile et pertinent de donner la priorité à l'intelligibilité.

2.4. Conclusion- quel rôle pour les modèles appliqués?

Le changement de paradigme qu'appellent les mouvements pour la Décroissance soulève un certain nombre de questions particulièrement complexes. Dans les paragraphes précédents, nous avons discuté des modalités de mise en œuvre d'un exercice de modélisation appliquée autour de scénarios de « type » Décroissance, et avons souligné plusieurs difficultés, plusieurs obstacles susceptibles d'être rencontrés en chemin. Ceux-ci, finalement, nous invitent à interroger plus précisément la nature des contributions au débat sur la Décroissance que l'on peut attendre des approches de modélisation appliquée.

Car bien que les modèles numériques puissent encore faire l'objet d'améliorations substantielles, notamment avec le développement d'approches hybrides, – ce qui nécessiterait beaucoup d'efforts et de temps –, leurs limites intrinsèques vis-à-vis du traitement d'informations qualitatives, floues, ou des incertitudes, ainsi que les problèmes critiques qui se posent pour la modélisation de systèmes combinant des aspects à la fois compliqués et complexes, nous inclinent à penser qu'ils ne constituent pas à eux-seuls une *structure* suffisante et satisfaisante pour l'étude *globale* (exploration et évaluation) de scénarios de Décroissance à l'échelle macro. Nous rejoignons plutôt ici Andersson et al. (2013), pour qui les approches discursives ou « narratives »

¹⁴⁷ Comme le note Oreskes (2000), la modélisation peut aussi propager l'illusion que les choses sont mieux connues qu'elles le sont réellement (« [...] modeling may also propagate the illusion that things are better known than they really are. »)

¹⁴⁸ « [...] no realistic levels of realism beats chaos for very long » (Andersson et al., 2013)

(« *narrative-based approaches* »), structurées par un récit, constituent un cadre de travail plus approprié pour l'étude de systèmes à la fois compliqués et complexes – ce qu'ils appellent des « *wicked systems* » (des systèmes « retors ») – et notamment pour l'étude de transitions sociales de grande ampleur – telles que celles qu'appellent les mouvements pour la Décroissance. De telles approches présentent en effet une grande flexibilité, elles offrent la possibilité d'intégrer et d'organiser différents types de connaissances et de données, de rendre compte de transformations structurelles et qualitatives, elles autorisent les analyses inter-échelles, et sont, dans une certaine mesure, moins forcées de recourir à des hypothèses simplificatrices. Ces avantages expliquent en partie¹⁴⁹ pourquoi, jusqu'à présent, les réflexions prospectives autour de la Décroissance ont essentiellement fait appel à des approches discursives.

Cependant, comme le rappellent Andersson et al. (2013), ces approches peuvent en contrepartie souffrir d'une puissance analytique et d'une précision formelle limitées. L'idée serait alors de se servir d'une trame discursive et narrative comme d'une « colonne vertébrale », qui assurerait la coordination de modélisations numériques *complémentaires*, ciblées sur des questions précises pour lesquelles la puissance de calcul est primordiale. Ainsi intégrés ou « enchâssés » dans une approche discursive plus globale structurée autour de fils narratifs ou de « récits », les modèles numériques appliqués seraient alors dédiés à l'étude de questions plus spécifiques, peut-être plus modestes.

Toutefois, d'autres considérations peuvent aussi motiver le déploiement d'exercices de modélisation *globale* autour de la Décroissance. Il y a beaucoup à attendre, par exemple, de la mise en place de schémas véritablement participatifs, c'est-à-dire impliquant la consultation et la participation active d'une communauté étendue de pairs – incluant des citoyens non spécialistes – tout au long du processus de modélisation : depuis les étapes initiales de définition des objectifs de l'étude, de cadrage et de conception du modèle, et de choix des paramètres et des indicateurs, jusqu'à la sélection des sources de données, la construction des scénarios, l'analyse multicritère des résultats et l'évaluation du modèle¹⁵⁰. Déployés de la sorte, les modèles, plutôt que de se transformer en boîtes noires ou de se réduire à de simples instruments rhétoriques privés – peu légitimes mais souvent remarquablement performatifs –, pourraient alors constituer de puissants outils pour le partage de connaissances, la compréhension commune, et la délibération collective¹⁵¹ (Costanza and Ruth, 1998; Haag and Kaupenjohann, 2001).

Voici donc les voies suivant lesquelles la modélisation numérique appliquée nous semble pouvoir contribuer le plus utilement à la réflexion prospective et au débat autour de la Décroissance. Employés avec circonspection et modestie pour questionner nos intuitions et nos croyances, les modèles peuvent nous aider à éclairer la voie vers des imaginaires sociaux alternatifs, et ainsi, en parallèle d'expérimentations sociales volontaires qu'ils ne pourront remplacer, contribuer à l'élaboration collective sans cesse renouvelée d'un nouveau paradigme sociétal. Prenons encore garde, toutefois, de ne pas tomber en chemin dans ce que Whitehead (1997(1925)) appelait « *The Fallacy of Misplaced Concreteness* » (« l'erreur de la concrétude mal placée »)¹⁵².

¹⁴⁹ L'influence de facteurs politiques et de certains mécanismes sociaux – desquels peuvent découler des différences de sensibilité aux questions de la Décroissance que l'on peut observer d'une spécialité ou d'une communauté de recherche à l'autre – dans l'orientation pratique de la recherche n'est, du reste, certainement pas négligeable.

¹⁵⁰ Le processus de modélisation en trois étapes (« *three-step modeling process* ») discuté par Costanza et Ruth (1998) pour la modélisation dynamique peut par exemple constituer une base utile pour une telle démarche.

¹⁵¹ Si Haag and Kaupenjohann (2001) semblent considérer que les exigences méthodologiques de participation et de transparence s'appliqueraient essentiellement à une « branche » de la science dédiée spécifiquement à l'aide à la décision, par opposition avec une autre « branche académique », une telle démarcation nous paraît très discutable, étant donné que la connaissance « académique » est en fin de compte toujours susceptible d'être mobilisée d'une manière ou d'une autre dans le processus décisionnel.

¹⁵² Pour reprendre la remarque peut-être un peu plus explicite d'un scientifique anonyme, rapportée dans (Philip, 1991) : « *Modelling is rather like masturbation – a pleasurable and harmless pastime just so long as you don't mistake it for the real thing* ».

3. Notre approche: scénarios participatifs et modélisation prospective

Sur la base des réflexions précédentes, nous avons choisi de déployer pour cette recherche une approche basée sur la construction participative de scénarios « de type » Décroissance, et leur évaluation à l'aide d'un modèle de simulation développé spécifiquement dans ce cadre.

La dimension normative de la prospective, nous l'avons vu, pose la question de l'action sous l'angle du *choix*. Dans cette perspective, les éléments comportementaux, politiques, ceux procédant de choix de société, sont à considérer comme des leviers, et non comme des paramètres prédéterminés. En particulier, nous proposons, comme le suggère la Décroissance, de reconsidérer la dimension politique des modes de vie et de consommation en général, qui constitueront donc dans notre approche des hypothèses d'entrée.

La prise en compte de ces hypothèses dans un cadre de modélisation numérique suppose d'en proposer une représentation quantifiée. Or les propositions issues de la Décroissance sont pour le moment encore vagues et essentiellement non quantifiées : quelles consommations seraient appelées à décroître ou à augmenter ? Dans quelle mesure ? Quel serait le montant d'un éventuel revenu de base ? Etc. Le chercheur n'est pas plus légitime que le public pour répondre à ces questions. D'autre part, nous avons souligné au début de ce chapitre l'importance de l'appropriation de la réflexion prospective par les acteurs. Par conséquent, nous proposons, plutôt que de construire par nous-même des scénarios « hors-sol », susceptibles de ne coïncider avec aucune des représentations des acteurs de la Décroissance, d'élaborer ceux-ci sur la base d'entretiens. A travers ces entretiens, réalisés sur un mode semi-directif, nous chercherons ainsi à éliciter différentes « visions » globales et quantitativement détaillées de ce que pourraient être des scénarios de Décroissance, en termes de modes de vie, de consommations, d'institutions, etc.

Les implications possibles de ces propositions traduites en scénarios pourront alors être explorées avec l'aide d'un outil de modélisation *ad hoc*. Celui-ci, pour les raisons évoquées plus haut, et en particulier par souci de transparence, devra rester *conceptuellement simple et accessible*, sans toutefois tomber dans le simplisme. Nous choisirons, toujours par souci de transparence, de n'employer que des données publiquement accessibles. Le modèle devra également être suffisamment flexible pour s'adapter aux différentes propositions qui seront recueillies au travers des entretiens. La dimension profondément qualitative des propositions de la Décroissance invite par ailleurs à adopter une représentation désagrégée de l'économie, laquelle nécessite de prendre en compte les interdépendances entre les différentes branches considérées. Nous ferons ici le choix d'un modèle macroéconomique de simulation dynamique, articulé autour de l'analyse entrées-sorties.

Dans les deux prochains chapitres, nous nous attacherons à décrire notre approche et nos choix méthodologiques plus en détail. Le chapitre 3 est consacré aux entretiens. Le chapitre 4 à la description de l'outil de modélisation développé au cours de cette recherche.

Bibliographie du Chapitre 2

- Andersson, C., Törnberg, A., Törnberg, P., 2013. Societal systems - complex or worse?
- Antoine, G., Passeron, J.-C., 1966. La Réforme de l'Université, Conservatisme et novation à l'Université. Calmann-Lévy, Paris.
- Armatte, M., 2010. La science économique comme ingénierie: quantification et modélisation, Sciences sociales. Presses des Mines, Paris.
- Assoumou, E., 2006. Modélisation MARKAL pour la planification énergétique long terme dans le contexte français. Ecole des Mines de Paris.
- Barcelona Working Group, 2010. "Degrowth Bullet points" - Working Groups Results 2nd Conference on Economic Degrowth For Ecological Sustainability and Social Equity.
- Bayon, D., Flipo, F., Schneider, F., 2010. La décroissance: dix questions pour comprendre et débattre. Éd. La Découverte, Paris.
- Bergh, J.C.J.M. van den, 2007. Evolutionary Thinking in Environmental Economics. J. Evol. Econ. 17, 521–549. doi:10.1007/s00191-006-0054-0
- Bergh, J.C.J.M. van den, 2003. Bounded Rationality and environmental policy. Entry Prep. Internet Encycl. Ecol. Econ.
- Bernays, E., preface de Baillargeon, N., 2007 (1928). Propaganda, Zones. ed. Zones.
- Bilancini, E., D'Alessandro, S., 2012. Long-run welfare under externalities in consumption, leisure, and production: A case for happy degrowth vs. unhappy growth. Ecol. Econ. 84, 194 – 205. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.10.023
- Böhringer, C., 1998. The synthesis of bottom-up and top-down in energy policy modeling. Energy Econ. 20, 233 – 248. doi:http://dx.doi.org/10.1016/S0140-9883(97)00015-7
- Böhringer, C., Löschel, A., 2006. Computable general equilibrium models for sustainability impact assessment: Status quo and prospects. Ecol. Econ. 60, 49 – 64. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.03.006
- Boulanger, P.-M., Bréchet, T., 2005. Models for policy-making in sustainable development: The state of the art and perspectives for research. Ecol. Econ. 55, 337 – 350. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.07.033
- Boulanger, P.-M., Bréchet, T., 2003. Modélisation et aide à la décision pour un développement durable : état de l'art et perspectives (Rapport final). Institut pour un Développement Durable, Ottignies.
- Bourbon Busset, J. de, 1959. Au rond-point de l'avenir, in: De la prospective: textes fondamentaux de la prospective française, 1955-1966 (2007). Harmattan, Paris.
- Bourdieu, P., 1999. Sur la télévision: suivi de L'emprise du journalisme, 18. ed. ed. Raisons d'Agir, Paris.
- Bourdieu, P., 2003. Méditations pascaliennes, Points essais. Seuil.
- Broomley, D.W., 2013. Opening plenary.
- Cahen-Fourot, L., Lavoie, P.M., 2014. Ecological monetary economics: A post-Keynesian critique, in: Fourth International Conference on Degrowth for Ecological Sustainability and Social Equity. Leipzig.
- Caillé, A., 2008. Au-delà de l'intérêt (Éléments d'une théorie anti-utilitariste de l'action I). Rev. MAUSS 31, 175. doi:10.3917/rdm.031.0175
- Centre national de ressources textuelles et lexicales, 2015. Définition, La prospective [WWW Document]. URL <http://www.cnrtl.fr/definition/prospective> (accessed 8.11.15).
- Chancel, L., Pourouchottamin, P., 2013. L'énergie grise : la face cachée de nos consommations d'énergie. Policy Brief, IDDRI 1–6.
- Costanza, R., Funowicz, S.O., Ravetz, J.R., 1992. Assessing and communicating data quality in policy relevant research. Environ. Manage. 16, 121–131.
- Costanza, R., Ruth, M., 1998. Using dynamic modeling to scope environmental problems and build consensus. Environ. Manage. 22 (2), 183–195.
- Crassous, R., 2008. Modéliser le long terme dans un monde de 2nd rang: Application aux politiques climatiques. Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (Agro ParisTech), Paris.
- Daly, H., Farley, J., 2004. Ecological Economics: Principles and Applications. Island Press.
- Daly, H.E., 1997. Georgescu-Roegen versus Solow/Stiglitz. Ecol. Econ. 22, 261 – 266. doi:http://dx.doi.org/10.1016/S0921-8009(97)00080-3
- Daly, H.E., 1977. Steady-State Economics: The Economics of Biophysical Equilibrium and Moral Growth. W H Freeman & Co (Sd).

- Douthwaite, R., 2012. Degrowth and the supply of money in an energy-scarce world. *Ecol. Econ.* 84, 187 – 193. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.03.020>
- Douthwaite, R., 2010. Why the global debt burden means there will be no recovery. *Proceedings of the 2nd International Conference on Economic Degrowth for Ecological Sustainability and Social Equity.*
- Duesenberry, J.S., 1949. *Income, Saving and the Theory of Consumer Behavior.* Cambridge (Mass.) Harvard University Press.
- European Commission, 2003. Structural Indicators. Communication from the Commission, COM(2003)585 final. European Commission, Brussels.
- Eurostat, 2011. Sustainable development in the European Union, 2011 monitoring report of the EU sustainable development strategy. Eurostat - European Union.
- Faber, A., Frenken, K., 2009. Models in evolutionary economics and environmental policy: Towards an evolutionary environmental economics. *Technol. Forecast. Soc. Change* 76, 462 – 470. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2008.04.009>
- Farley, J., Burke, M., Flomenhoft, G., Kelly, B., Murray, D.F., Posner, S., Putnam, M., Scanlan, A., Witham, A., 2013. Monetary and Fiscal Policies for a Finite Planet. *Sustainability* 5, 2802–2826. doi:10.3390/su5062802
- Fehr, E., Fischbacher, U., 2002. Why Social Preferences Matter- The impact of non-selfish motives on competition, cooperation and incentives. *Econ. J.* 112, C1–C33. doi:10.1111/1468-0297.00027
- Foster, J., Holz, W., 2004. *Applied Evolutionary Economics and Complex Systems.* Edward Elgar Publishing.
- Foucault, M., 1993. *Surveiller et Punir, Naissance de la prison,* Tel. Gallimard.
- Frankova, E., Johanisova, N., 2012. Economic Localization Revisited. *Environ. Policy Gov.* 22, 307–321. doi:10.1002/eet.1593
- Frey, B.S., 1997. *Not just for the Money, An Economic Theory of Personal Motivation.* Edward Elgar Publishing, Incorporated, 1997, Cheltenham, UK- Brookfield, US.
- Funtowicz, S.O., Ravetz, J.R., 1994. The worth of a songbird: ecological economics as a post-normal science. *Ecol. Econ.* 10, 197 – 207. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/0921-8009\(94\)90108-2](http://dx.doi.org/10.1016/0921-8009(94)90108-2)
- Funtowicz, S.O., Ravetz, J.R., 1992. The good, the true and the post-modern. *Futures* 24, 963 – 976. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/0016-3287\(92\)90131-X](http://dx.doi.org/10.1016/0016-3287(92)90131-X)
- Funtowicz, S.O., Ravetz, J.R., 1991. A New Scientific Methodology for Global Environmental Issues, in: Costanza, R. (Ed.), *Ecological Economics: The Science and Management of Sustainability.* Columbia University Press, New-York, pp. 137–152.
- Georgescu-Roegen, N., 1971. *The entropy law and the economic process,* A Harvard Paperback: Economics. Harvard University Press, Massachusetts Institute of Technology.
- Godet, M., Durand, P., 2008. *La prospective stratégique: pour les entreprises et les territoires.* Dunod, Paris.
- Gorz, A., 1993. *Capitalisme, socialisme, écologie: désorientations, orientations,* 2.éd ed, Collection Débats. Galilée, Paris.
- Greco, T.H., 2014. Money, debt and the end of the growth imperative [WWW Document]. openDemocracy. URL <http://www.opendemocracy.net/transformation/thomas-h-greco-jr/money-debt-and-end-of-growth-imperative> (accessed 11.6.15).
- Griethuysen, P. van, 2012. Bona diagnosis, bona curatio: How property economics clarifies the degrowth debate. *Ecol. Econ.* 84, 262 – 269. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.02.018>
- Griethuysen, P. van, 2010. Why are we growth-addicted? The hard way towards degrowth in the involutory western development path. *J. Clean. Prod.* 18, 590 – 595. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.07.006>
- Haag, D., Kaupenjohann, M., 2001. Parameters, prediction, post-normal science and the precautionary principle—a roadmap for modelling for decision-making. *Ecol. Model.* 144, 45 – 60. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0304-3800\(01\)00361-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0304-3800(01)00361-1)
- Jager, W., Janssen, M.A., Vries, H.J.M.D., Greef, J.D., C.A.J Vlek, 2000. Behaviour in commons dilemmas: Homo economicus and Homo psychologicus in an ecological-economic model. *Ecol. Econ.* 35, 357 – 379. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0921-8009\(00\)00220-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0921-8009(00)00220-2)
- Janssen, M.A., Jager, W., 2001. Fashions, habits and changing preferences: Simulation of psychological factors affecting market dynamics. *J. Econ. Psychol.* 22, 745 – 772. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0167-4870\(01\)00063-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0167-4870(01)00063-0)
- Kallis, G., 2011. In defence of degrowth. *Ecol. Econ.* 70, 873 – 880. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.12.007>
- Kallis, G., Norgaard, R.B., 2010. Coevolutionary ecological economics. *Ecol. Econ.* 69, 690 – 699. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.09.017>

- Kampis, G., 1992. Process, Information Theory and the Creation of Systems, in: Haefner, K. (Ed.), *Evolution of Information Processing Systems*. Springer Berlin Heidelberg, pp. 83–102.
- Kampis, G., 1991. *Self-Modifying Systems in Biology and Cognitive Science - A new Framework for Dynamics, Information and Complexity*. Pergamon Press, Oxford.
- Karoutchi, M., 2015. Rapport d'information sur les entretiens de la prospective (Rapport d'information No. 649). Sénat, Paris.
- Kelly (Letcher), R.A., Jakeman, A.J., Barreteau, O., Borsuk, M.E., ElSawah, S., Hamilton, S.H., Henriksen, H.J., Kuikka, S., Maier, H.R., Rizzoli, A.E., Delden, H. van, Voinov, A.A., 2013. Selecting among five common modelling approaches for integrated environmental assessment and management. *Environ. Model. Softw.* 47, 159 – 181. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.envsoft.2013.05.005
- Kempf, H., 2007. *Comment les riches détruisent la planète, L'histoire immédiate*. Seuil.
- Latouche, S., 2006. *Le pari de la décroissance*. Pluriel, Paris.
- Layard, R., 2005. *Happiness, Lessons from a New Science*. London.
- Liegey, V., Madelaine, S., Ondet, C., Veillot, A.-I., Ariès, P., 2013. *Un projet de décroissance manifeste pour une dotation inconditionnelle d'autonomie (DIA)*. Utopia, Paris.
- Lippmann, W., 2010 (1922). *Public opinion*. Greenbook publications, New York.
- Löhr, D., 2010. Zero growth and zero interest rate: The revival of an old idea. Presented at the Second conference on economic degrowth for ecological sustainability and social equity, Barcelone.
- Martinez-Alier, J., Pascual, U., Vivien, F.-D., Zaccai, E., 2010. Sustainable de-growth: Mapping the context, criticisms and future prospects of an emergent paradigm. *Ecol. Econ.* 69, 1741 – 1747. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.04.017
- Massé, P., 1959. *Prévision et prospective*, in: *De la prospective: textes fondamentaux de la prospective française, 1955-1966* (2007). Harmattan, Paris.
- Meadows, D., 1998. *Indicators and Information Systems for Sustainable Development - A report to the Balaton Group*. The Sustainability Institute, Hartland, VT.
- Morin, E., 2005. *Introduction à la pensée complexe, Essais*. Édition du Seuil, Paris.
- Morin, E., 1985 (1977). *La méthode, tome 2 : La Vie de la vie* - Edgar Morin. Seuil.
- Muraca, B., 2013. Decroissance: A Project for a Radical Transformation of Society. *Environ. Values* 22, 147–169. doi:10.3197/096327113X13581561725112
- Nash, J.E., Eagleson, P.S., Philip, J.R., Molen, W.H. van D., 1990. The education of hydrologists (Report of an IAHS/UNESCO Panel on hydrological education. *Hydrol. Sci.-J. Sci. Hydrol.* 35, 597–607.
- Nelson, R.R., 1982. *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Belknap Press of Harvard University Press.
- Nijkamp, P., Bergh, J.C.J.M. van den, 1997. New advances in economic modelling and evaluation of environmental issues. *Eur. J. Oper. Res.* 99, 180 – 196. doi:http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217(96)00391-8
- Norgard, J.S., 2013. Happy degrowth through more amateur economy. *J. Clean. Prod.* 38, 61 – 70. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.12.006
- O'Neill, D.W., 2012. Measuring progress in the degrowth transition to a steady state economy. *Ecol. Econ.* 84, 221 – 231. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.05.020
- O'Riordan, T., Jordan, A., 1995. The Precautionary principle, Science, Politics and Ethics. *Environ. Values* 4, 191–212.
- Oreskes, N., 2003. The Role of Quantitative Models in Science, in: C.D. Canham, J.J. Cole, Lauenroth, W.K. (Eds.), *Models in Ecosystem Science*. Princetown University Press, Princetown, NJ, pp. 13–31 /476p.
- Oreskes, N., 2000. Why believe a computer? Models, measures, and meaning in the natural world, in: Schneiderman, J.S. (Ed.), *The Earth around Us: Maintaining a Livable Planet*. WH Freeman and Co, San Francisco, CA, pp. 70–82.
- Padalkina, D., 2012. *The Macroeconomics of de-growth - Can a de-growth strategy be stable*. Berlin School of Economics and Law, Berlin.
- Page, T., 1983. *Energy and the Future*, in: Rowman, Littlefield (Eds.), Maclean, D. and Brown, P.G., Totowa, New Jersey.
- Parijs, P.V., 1990. Chapitre premier. Le modèle économique dans les sciences sociales: imposture ou nécessité ? Le modèle économique et ses rivaux, Genève 12, Librairie Droz , «Travaux de Sciences Sociales», 1990, 248 pages Trav. Sci. Soc. 27–44. URL : www.cairn.info/le-modele-economique-et-ses-rivaux--9782600041270-page-27.htm.
- Pezzey, J., 1992. Sustainable development concepts: an economic analysis, Environment Paper. World Bank, Washington, D.C.
- Philip, J.R., 1991. Soils, Natural Science, and Models. *Soil Sci.* 151.

- Rahnema, M., 2003. Quand la misère chasse la pauvreté, Essais Sciences. Fayard/ Actes Sud.
- Rist, G., 2010. L'économie ordinaire entre songes et mensonges. Les Presses de Science Po.
- Robert E. Lucas, J., 1976. Econometric Policy Evaluation: A Critique. Theory Policy Inst. Pap. Carnegie-Rochester Conf. Ser. Public Policy 1, 19–46.
- Schneider, F., Kallis, G., Martinez-Alier, J., 2010. Crisis or opportunity? Economic degrowth for social equity and ecological sustainability. Introduction to this special issue. J. Clean. Prod. 18, 511 – 518.
doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.01.014
- Schwartz, B., 1969. Reflexions prospectives sur l'éducation permanente. Rapport 1, Conseil de la coopération culturelle, Conseil de l'Europe. Strasbourg.
- Scrieciu, S.S., 2007. The inherent dangers of using computable general equilibrium models as a single integrated modelling framework for sustainability impact assessment. A critical note on Böhringer and Löschel (2006). Ecol. Econ. 60, 678 – 684. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.09.012
- Sébillotte, M., 1998. La Forêt, sa filière et leurs liens au territoire : les grandes lignes de la démarche de prospective coordonnée par l'INRA. Rev. For. Fr. 50, p.606–614.
- Silva, M.C. e, Teixeira, A.A.C., 2011. A bibliometric account of the evolution of EE in the last two decades: Is ecological economics (becoming) a post-normal science? Ecol. Econ. 70, 849 – 862.
doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.11.016
- Simon, H.A., 1976. Administrative behavior: a study of decision-making processes in administrative organization, 3rd ed. Free Press.
- Spash, C.L., 2013. The shallow or the deep ecological economics movement? Ecol. Econ. 93, 351 – 362.
doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2013.05.016
- Spash, C.L., 2010. The Brave New World of Carbon Trading. New Polit. Econ. 15, 169–195.
doi:10.1080/13563460903556049
- Spash, C.L., Hanley, N., 1995. Preferences, information and biodiversity preservation. Ecol. Econ. 12, 191 – 208.
doi:http://dx.doi.org/10.1016/0921-8009(94)00056-2
- Steg, L., Vlek, C., 2009. Encouraging pro-environmental behaviour: An integrative review and research agenda. J. Environ. Psychol. 29, 309 – 317. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvp.2008.10.004
- UNCED, 1992. The Rio Declaration - AGENDA 21. United Nations Conference on Environment & Development.
- Valéry, P., 1942. Mauvaises pensées et autres. Gallimard.
- Veblen, T., 1899. The Theory of the Leisure Class: An Economic Study of Institutions.
- Verspagen, B., 2009. The use of modeling tools for policy in evolutionary environments. Technol. Forecast. Soc. Change 76, 453 – 461. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2007.10.006
- Whitehead, A.N., 1997. Science and the Modern World. Free Press (Simon & Schuster).
- Yearley, S., 1999. Computer Models and the Public's Understanding of Science. A Case-Study Analysis. Soc. Stud. Sci. 29, 845–866. doi:10.1177/030631299029006002

Chapitre 3 - « Dessine-moi un futur » - Entretiens et recueil de scénarios participatifs

Ce chapitre a pour objet la description des entretiens réalisés dans le cadre de cette recherche. Nous détaillerons dans ce qui suit leurs objectifs, exposerons la méthode employée, ses biais et limites potentielles, puis présenterons et discuterons brièvement les réponses obtenues, qui constitueront la base des scénarios à modéliser.

1. Objectifs des entretiens

Nous avons soulevé, au chapitre précédent, la question de la traduction concrète et de l'implémentation de la Décroissance dans un cadre de modélisation numérique appliquée. Celle-ci se révèle particulièrement délicate pour plusieurs raisons. Il ne s'agit pas, en effet, de modéliser un phénomène existant, observé et documenté, mais quelque chose de l'ordre d'un « *projet* » de société encore largement indéterminé, indéfini, en construction permanente, et par sa nature, voué à le rester. Un « projet » de société, mais sans « modèle » de société. Un « projet » issu d'une articulation subtile de différents courants de pensée, lesquels proposent des diagnostics précis, mais ne tracent pas le chemin concret du changement radical de paradigme qu'ils appellent.

Du mouvement social qui le porte (ou des courants dont il émane), ont certes émergé plusieurs propositions concrètes, que nous avons pour partie mentionnées au chapitre précédent ; mais celles-ci *ne sont pas figées dans un programme* : elles sont toujours l'objet de discussions quant à leurs modalités et leurs déclinaisons possibles¹⁵³, et par conséquent, demeurent assez vagues : aucun objectif chiffré, aucune temporalité précise directement transposable dans un cadre de modélisation numérique. Les questions laissées en suspens – et au débat – sont nombreuses : si par exemple, l'idée d'une réduction nécessaire de l'empreinte écologique des pays « développés » (de leurs flux de matière et d'énergie, du « *throughput* ») passant par la décroissance *globale* (mais non homothétique) de leur consommation, fait consensus au sein du mouvement, rien ne nous indique précisément *quelles consommations* doivent décroître (celles de quels biens et services en particulier), ni comment, ni dans quelles proportions. Nous n'avons guère plus d'éléments concrets ou quantitatifs en ce qui concerne la gestion des services publics, le budget de l'état, les aménagements en termes de fiscalité, de protection sociale ou d'emploi, le rôle du commerce international, l'organisation des modes de production, l'usage des techniques et les orientations technologiques, etc.

La Décroissance : un « projet » non seulement sans *programme*, donc, mais encore qui porte en lui le *refus même d'une posture et d'une perspective programmatique*, au profit de l'indétermination démocratique et d'un « illimité délibératif » - ce qui par ailleurs le sépare fondamentalement de l'utopie, comme le souligne Dias (2008)¹⁵⁴. Un « projet » qui finalement n'en est donc pas tout à fait un à proprement parler. Dès lors, comment traduire dans un modèle ce qui ne se laisse pas définir de manière univoque ?

Il va tout d'abord falloir pour cela, écarter toute éventuelle prétention à réduire et à traduire la Décroissance en une vision unique et consensuelle, et en un jeu de scénarios bien délimités : la réalité ne se conforme pas – heureusement – aux caprices des modélisateurs. Ensuite et surtout, il va falloir, pour en saisir authentiquement

¹⁵³ Une analyse plus approfondie serait nécessaire pour évaluer dans quelle mesure celles-ci font « consensus » au sein du mouvement. A ce sujet, la plateforme informatique et les outils de discussion en ligne mis en place pour la conférence internationale de Leipzig (2014), qui gardent notamment les traces des ateliers de discussion *Group Assembly Process* (GAP), constituent un matériel extrêmement riche. Une telle analyse sort du cadre temporel de cette thèse, mais mériterait d'être menée.

¹⁵⁴ Dans un texte remarquable, que nous ne saurions trop recommander au lecteur ou à la lectrice.

les nuances et la richesse, accepter la logique délibérative dans laquelle la Décroissance s'inscrit, l'y rejoindre, et s'y adapter¹⁵⁵. Mieux encore : nous proposons ici de déployer activement cette logique pour l'observer. Puisque le débat et la délibération sont les conditions et les modalités de (définition de) la Décroissance, prenons-nous au jeu et mettons-les en place.

C'est donc dans cette perspective que nous avons entrepris de mener une série d'entretiens individuels et collectifs : éliciter différentes « visions » détaillées de ce que *pourrait* être la Décroissance, et rendre celles-ci accessibles à la représentation, afin de les proposer au débat¹⁵⁶. Dans cette optique, et suivant le principe de bon sens qui recommande d'éviter de demander l'opinion à des gens qui n'en ont pas, les acteurs des mouvements de la Décroissance constituent une « cible » privilégiée pour notre enquête, du fait qu'ils soient déjà engagés dans la réflexion qui nous intéresse. Toutefois, nous ne nous restreignons pas uniquement à cette population. D'une part, l'absence de définition précise et univoque de la Décroissance rend elle-même difficile l'identification et le tracé du périmètre de ses acteurs¹⁵⁷ : face aux mêmes enjeux que ceux auxquels entend répondre la Décroissance, par exemple, nombre d'acteurs et d'actrices développent des « visions » de sociétés futures que nous pourrions être tentés, par certains de leurs aspects, de rattacher à la Décroissance, bien que leurs auteurs ne s'y identifient pas, ou ne s'en réclament pas ouvertement. Or il nous semble souhaitable d'inclure de telles personnes dans notre étude, d'autant plus que le débat ne saurait être qu'enrichi par la diversité et le contraste des « visions » proposées. D'autre part, plus généralement, la « Décroissance » se présente à la fois, en tant qu'objet verbal, comme un outil de réflexion non appropriable *exclusivement* par un groupe d'acteurs précis, et comme une pensée et un projet dont l'élaboration impliquerait la société *dans son ensemble*. Il semble donc judicieux d'opter pour un périmètre d'étude large en termes de population enquêtée¹⁵⁸.

Ce périmètre élargi invite alors à une reformulation de l'objectif de ces entretiens en des termes plus généraux. Car finalement, si la « Décroissance » ne parle pas à l'ensemble de la population visée, le débat dans lequel elle s'insère et qu'elle (re)lance est plus généralement celui autour de la définition de *transitions vers des sociétés à la fois souhaitables et soutenables*, deux critères qui constituent le dénominateur commun aux « visions » que nous cherchons à recueillir, que celles-ci soient explicitement qualifiées de « décroissantes » ou non par leurs auteurs. Ainsi, l'objectif que nous assignons à ces entretiens peut se résumer de la manière suivante : *éliciter différentes « visions » de ce que pourrait être une transition vers une société « souhaitable et soutenable », et traduire celles-ci en termes de modes de vie, de consommation, d'institutions (au sens large), etc., de manière suffisamment précise et quantifiée pour pouvoir les implémenter ensuite dans un cadre de modélisation numérique appliquée* (lequel permettra alors d'en explorer certaines conséquences possibles).

Un tel objectif implique alors de poser une question économique et politique absolument *fondamentale*, et pourtant étrangement absente du débat politique, et de la littérature économique actuelle¹⁵⁹ : « *que voulons-nous produire et consommer, comment, et pourquoi ?* » C'est essentiellement cette question fondamentale,

¹⁵⁵ Ecarter cette logique délibérative pour lui substituer une définition figée pour les besoins de la recherche reviendrait en quelque sorte à adapter l'objet de la recherche aux besoins du chercheur plutôt que le contraire.

¹⁵⁶ Il ne s'agit en aucun cas ici de sonder (ni de faire émerger) une quelconque forme d'« opinion publique » dont Bourdieu (2012 (1973)) a par ailleurs montré qu'elle n'existait pas, du moins pas dans l'acceptation qu'on lui prête communément.

¹⁵⁷ Même sur la base d'un critère d'auto-proclamation, la logique étant en quelque sorte : « dites-moi d'abord ce que vous entendez par « Décroissance », je vous dirai ensuite si je m'y identifie ».

¹⁵⁸ Puisqu'il s'agit de discuter de l'organisation de la société, des modes de vie et de consommation, faisons appel aux personnes expertes en ces domaines de par leur connaissance du terrain, celles qui sont également les plus concernées : les citoyens eux-mêmes.

¹⁵⁹ Il faut notamment y voir là l'influence dominante du courant utilitariste néoclassique dans la discipline économique : celui-ci, en fondant la valeur sur l'utilité et l'utilité sur les désirs individuels solvables (valeur subjective de l'utilité), a soustrait l'utilité au jugement moral (Rist, 2010b). En adoptant de plus systématiquement le postulat réducteur selon lequel les préférences des agents sont données *a priori*, la discipline économique a fini par exclure de son champ tout débat politique sur la nature de la production, des échanges et de la consommation.

déclinée selon plusieurs thèmes, que nous soumettons et proposons à nos interlocuteurs d'explorer à travers ces entretiens.

2. Description de la méthode et du format des entretiens

Les entretiens sont conçus selon un format intermédiaire entre l'entretien semi-directif et le questionnaire d'administration indirecte : ils s'appuient sur un document structuré en différents thèmes, qui amène les participants à s'exprimer, pour chacun d'eux, sur l'évolution d'une liste prédéfinie de variables, ce qui constitue en quelque sorte une « grille de réponse » à remplir dans la mesure du possible ; mais ceux-ci sont également invités à s'exprimer avec un grand degré de liberté, pour chaque thème, au-delà de cette « grille de réponse », et autour de questions relativement larges (ce qui laisse le champ ouvert à des réponses que nous n'aurions pas prévues initialement). Ce format à la fois ouvert et structuré nous permet de recueillir, pour chacun des thèmes qui nous intéressent, de larges éventails de propositions quantitatives accompagnées de commentaires qualitatifs qui facilitent leur interprétation. Ces éléments, qui pris tous ensemble, reflètent des « visions » particulières de transitions sociales, fournissent ainsi des jeux d'hypothèses suffisamment « complets », organisés, et détaillés pour permettre leur retranscription sous forme de scénarios implémentables dans un cadre de modélisation numérique. De par sa flexibilité, l'entretien se révèle ici beaucoup plus riche que le simple questionnaire quantitatif. Outre les nuances, le niveau de détail et de complexité des informations réunies, indispensables à l'interprétation des « visions » proposées et à la compréhension des perspectives adoptées – que ne peuvent retranscrire sans ambiguïté des indicateurs purement quantitatifs –, il permet d'appréhender la logique des raisonnements qui sous-tendent les points de vue exprimés, de mettre en évidence les croyances, les préférences, et les systèmes de valeurs sur lesquels ils reposent, et de refléter l'intensité des préoccupations des participants pour les différents sujets abordés¹⁶⁰. Enfin, la simplicité relative de la méthode permet aux répondants d'en comprendre aisément le processus et les objectifs.

Les entretiens collectifs se déroulent sur le même format, mais à la manière de « *focus groups* », c'est-à-dire sous la forme de discussions structurées et approfondies au sein de groupes interactifs, organisées dans un cadre non contraignant et détendu (Slocum et al., 2006). Du fait de la dynamique délibérative qu'ils impliquent, les entretiens de groupes présentent un intérêt encore plus grand dans notre cas : ils « *permettent aux participants de développer et d'exprimer leurs opinions dans un contexte social plus 'naturel', que certains qualifient de plus semblable au cadre dans lequel les personnes se forment une opinion au quotidien* » (Slocum et al., 2006, p. 119). Ils offrent ainsi la possibilité d'observer les processus par lesquels chacun développe et influence les idées et opinions des autres au cours de la discussion. Enfin, et plus important encore, bien que cela dépasse le cadre de notre étude, l'entretien collectif ne produit pas *que* de la donnée ; en permettant aux participants de s'interroger mutuellement, de partager des informations et des expériences, il constitue un outil d'apprentissage mutuel et d'instauration du débat social. En effet, de manière générale, « *que l'objectif soit ou non d'influencer directement la politique, les méthodes participatives interviennent dans le fonctionnement de la société* » (Slocum et al., 2006, p. 14)¹⁶¹.

¹⁶⁰ En effet, si le discours des participants constitue essentiellement, pour nous, une source de données et une base pour la construction et la modélisation de scénarios par la suite, il mériterait également d'être analysé en détail en tant que processus d'élaboration et de mise en forme de la pensée (Bardin, 2013). Le temps qui nous est imparti ne nous permet pas ici de proposer une telle analyse approfondie, mais celle-ci pourrait utilement faire l'objet de recherches ultérieures. Notamment, l'étude des dynamiques délibératives mises en place par les entretiens de groupe sur ces sujets pourraient apporter des éléments intéressants concernant l'étude des modes de vie et de consommation ; ceux-ci étant le plus souvent abordés sous l'angle du fait individuel ou social *a posteriori* (étude des modes de vie passés et présents) ou des désirs individuels « sondés » ou « supposés » *a priori* (projections et tendance, approche marketing), mais rarement sous la forme d'un débat collectif public à dimension normative, comme c'est le cas ici.

¹⁶¹ Notons toutefois que les entretiens collectifs sont parfois sujets à de potentiels phénomènes de groupes ou à des effets de « leadership », qui peuvent conduire à inhiber l'expression individuelle de certains participants, et donner lieu par exemple à de faux consensus de groupes, qui ne reflètent pas nécessairement les opinions individuelles.

Plus concrètement, les entretiens sont organisés en 17 thèmes, dont une partie correspond aux postes de la nomenclature de fonction de consommation (COICOP) utilisée par le système des comptes nationaux : alimentation ; habillement et chaussures ; logement ; meubles et articles de ménage ; santé ; transport ; communication ; loisirs et culture ; éducation ; hôtels, cafés et restaurants ; biens et services divers ; budget public (dépenses et fiscalité) ; modes de production, conditions de travail et redistribution ; échanges internationaux ; énergie ; démographie.

Pour chaque thème, de manière générale, il est demandé aux participants de *décrire qualitativement et quantitativement les changements et évolutions, à l'échelle de la société française, qui leur paraissent souhaitables et soutenables à moyen et long terme (à l'échelle des 50 prochaines années)*. Les participants sont en particulier invités à décrire ces changements « souhaitables et soutenables », en s'exprimant sur les évolutions futures de différentes variables (par exemple, les consommations par personne ou par ménage de différents biens ou services, des taux d'équipements, des taux de scolarité, des parts modales pour le transport, etc.). Ils peuvent, au choix, selon ce qui « leur parle le plus », exprimer les changements quantitatifs en valeur absolue, en valeur relative par rapport aux niveaux actuels (par exemple *réduction/augmentation de x% du volume de consommation de tel bien ou service*), ou encore faire référence à un niveau historique passé (par exemple : *retour au niveau de consommation des années 1990*). Suivant les thèmes, des questions plus spécifiques peuvent aussi être proposées. Les participants sont par ailleurs libres d'aborder les différents thèmes dans l'ordre qu'ils désirent, de les traiter avec le niveau de détail qui leur paraît nécessaire, voire de faire l'impasse sur les points qui ne leur inspirent aucune réponse.

Les entretiens s'appuient sur un document Excel, transmis aux participants et servant à la fois : de guide d'entretien pour l'enquêteur, de support d'information et de réflexion pour les répondants, et de document de consignation et de synthèse des réponses, renseigné au fur et à mesure de l'entretien. Ce fichier comporte :

- un onglet introductif, présentant brièvement l'objectif de l'enquête et de notre recherche, la structure de l'entretien, la question générale, les « instructions » pour les réponses, et proposant un sommaire de navigation au sein du fichier, donnant une vue d'ensemble des différents thèmes qui seront abordés ;
- une série de 17 onglets correspondant chacun à l'un des thèmes abordés. Chaque onglet comporte notamment la liste des différentes variables en lien avec le thème considéré, sur lesquelles les participants sont invités à s'exprimer, d'éventuelles questions spécifiques que ces derniers peuvent aborder librement, ainsi que divers éléments d'information susceptibles d'aider les participants à construire leurs réponses, en particulier en ce qui concerne les aspects quantitatifs (Figure 4). Ces éléments informatifs correspondent généralement à des valeurs ou à des évolutions historiques des différentes variables (par exemple : l'évolution de la consommation de différents biens ou services par personne en volume depuis 1960 ; l'évolution des taux d'activité par tranche d'âge ; la structure du budget public des trois dernières années ; la structure actuelle du financement de la dépense de santé ; etc.). Les différentes questions spécifiques ainsi que la nature des informations fournies aux participants pour chaque thème sont précisées dans le Tableau 1 ;
- un onglet supplémentaire destiné à recueillir des compléments de réponses ou d'éventuelles remarques libres de la part des répondants ;
- un onglet final comportant un bref questionnaire visant à recueillir quelques informations additionnelles (sociodémographiques et autres) sur les répondants, notamment : âge ; sexe ; type et taille de ménage ; lieu d'habitation (urbain ou non, taille d'agglomération) ; niveau de diplôme ; catégorie socio-professionnelle ; domaine d'activité professionnelle ou de compétences ; intérêt porté à la politique, aux enjeux économiques, énergétiques, environnementaux, de justice sociale (échelles

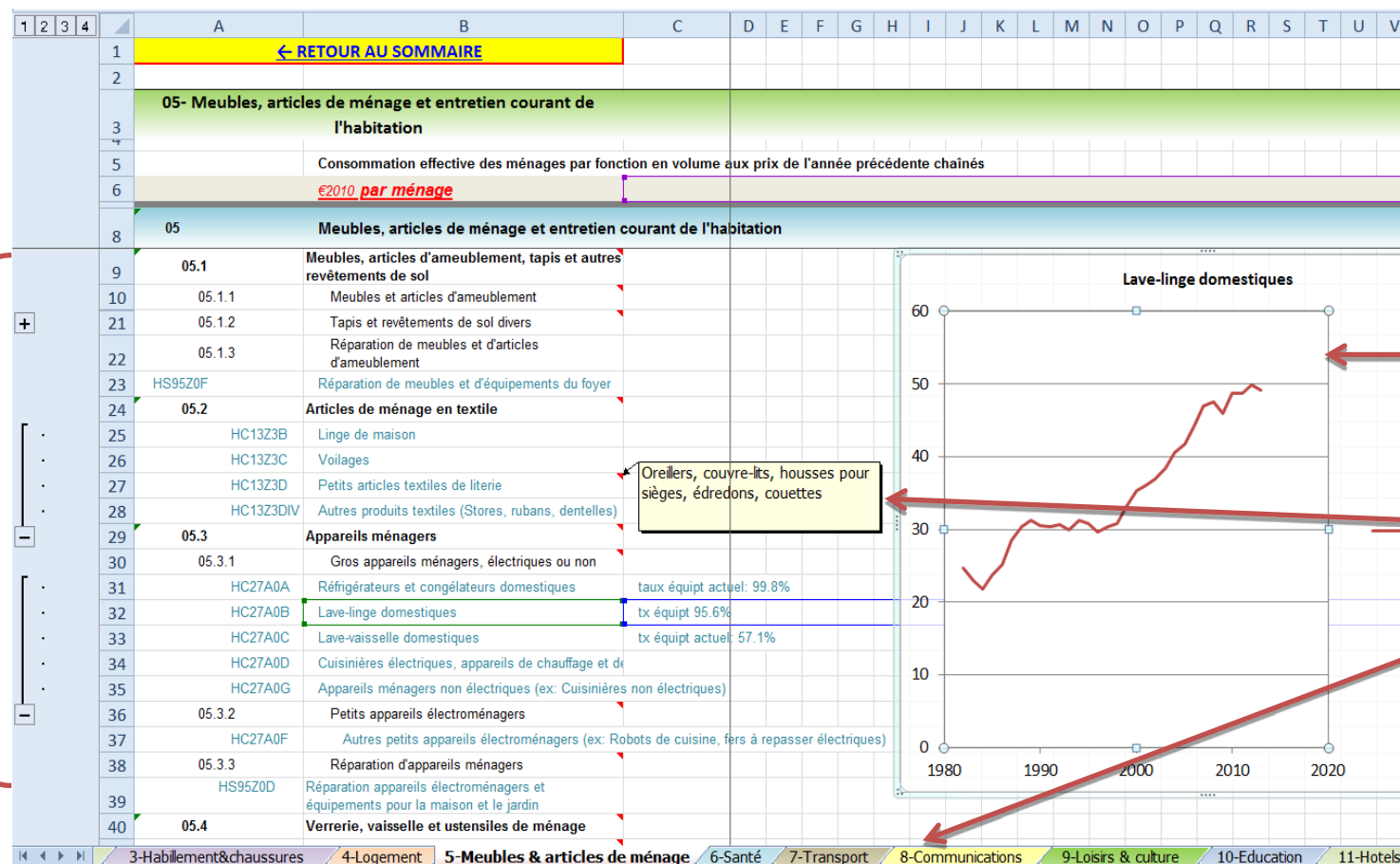
de Likert), et traduction de ces intérêts à travers d'éventuelles activités ou des choix de modes de vie ; familiarité avec « la Décroissance » (et si oui, *qu'est-ce que la Décroissance évoque pour vous ?*, *Vous qualifieriez-vous d'objecteur de croissance?*, *Estimez-vous faire partie d'un mouvement social pour la Décroissance?*)

Le choix des différentes variables proposées pour chaque thème a été effectué en parallèle du travail de modélisation (Cf. chapitre 4). L'ensemble de ces variables constitue une forme de « grille de réponse » pour les participants, qui vise à faciliter, par la suite, la transcription et l'implémentation dans le modèle des « visions » recueillies à travers les entretiens, en assurant entre les deux une certaine concordance des cadres conceptuels et statistiques. Il s'agit donc là d'un compromis entre : d'une part les exigences d'intelligibilité et d'accessibilité à la représentation vis-à-vis des participants aux entretiens (i.e. les variables proposées doivent permettre aux participants de traduire leurs « visions » de manière aussi explicite et intuitive que possible¹⁶²) ; et d'autre part, les contraintes posées par le processus de modélisation numérique (qui dépendent notamment des cadres statistiques disponibles¹⁶³). De considérations pratiques découle par ailleurs un autre compromis incontournable : celui entre la quantité et la précision des informations à recueillir d'un côté pour construire un scénario, et de l'autre, la nécessité de contenir la durée des entretiens (la patience des participants a des limites). De fait, certaines hypothèses qui seront par la suite nécessaires à la construction des scénarios, mais que les entretiens n'auront pas pu fournir, seront laissées à l'appréciation du modélisateur, ce qui est toujours délicat.

¹⁶² Les représentations intuitives des participants reposant rarement sur les mêmes catégories conceptuelles que celles adoptées pour les modèles numériques (qui, elles, ne sont pas toujours intuitives), il est généralement nécessaire, pour les y implémenter, d'en opérer une « traduction ». Ce processus de « traduction » peut parfois conduire à une déformation de la représentation intuitive initiale. En invitant les participants à suivre dans la mesure du possible la grille d'entretien proposée, c'est-à-dire à exprimer leur « vision » par le biais des variables proposées, nous leur confions en quelque sorte une partie de cette tâche de traduction. A condition que les catégories conceptuelles du modèle et les variables proposées soient intelligibles et dépourvues d'ambiguïté pour les participants (ce que nous avons testé au cours d'une première phase d'entretiens exploratoires) – et quitte à ce que l'enquêteur y apporte des éclaircissements au cours de l'entretien, cela permet de limiter les distorsions d'interprétation et de traduction par le modélisateur, et de s'assurer que la représentation modélisée sera davantage conforme à leur « vision » initiale.

¹⁶³ On perçoit ici les enjeux des processus de quantifications sur lesquels nous reviendrons au chapitre 4.

Différentes variables proposées pour le thème
(Ici : consommation par ménage pour les différents postes de la fonction
de consommation considérée)



Evolution historique de la consommation par ménage pour un poste donné en € constants

Commentaire explicatif du contenu du poste

Thème, ou « fonction de consommation »

Figure 4 - Exemple de contenu d'un onglet du fichier de support d'entretien

Tableau 1 - Contenu du document de support utilisé pour les entretiens

Document de support pour les entretiens		
Thème	Questions additionnelles ou spécifiques	Informations fournies aux répondants (et sources)
Alimentation	<ul style="list-style-type: none"> Quel type ou modèle d'agriculture ? Quel changement du niveau d'activité physique de la population ? 	<ul style="list-style-type: none"> Historique de la consommation effective des ménages de chaque sous-poste en €2010 par personne (comptes nationaux) Part de la surface agricole utile (SAU) cultivée selon le mode biologique en 2014 (Agence bio) Echelle de niveaux d'activité relatifs à divers modes de vie (OMS)
Habillement et chaussures		<ul style="list-style-type: none"> Historique de la consommation effective des ménages de chaque sous-poste en €2010 par personne (comptes nationaux)
Logement	<ul style="list-style-type: none"> Quelle évolution des comportements de cohabitation ? Evolution de la taille des ménages ? Quels changements dans le parc immobilier existant ? (Rénovations? Etc.) Quelles caractéristiques pour les constructions neuves ? Maisons individuelles ou logements collectifs ? Quelle taille ? 	<ul style="list-style-type: none"> Graphe de taille des ménages par sexe et âge en 2005 (Insee) Proportion des maisons individuelles dans les constructions neuves actuelles Superficie moyenne par personne en France Superficie moyenne des maisons individuelles et des logements en immeubles collectifs.
Meubles et articles de ménages		<ul style="list-style-type: none"> Historique de la consommation effective des ménages de chaque sous-poste en €2010 par ménage (comptes nationaux) Taux d'équipement actuels des ménages en réfrigérateur, lave-linge, lave-vaisselle (Insee)
Santé	<ul style="list-style-type: none"> Quels changements dans le système de santé ? Quels types de dépenses ? Quelle évolution globale des dépenses par personne et pourquoi ? Quelle part du financement à la charge des patients et quelle part à la charge de la sécurité sociale ? 	<ul style="list-style-type: none"> Historique de la consommation effective des ménages de chaque sous-poste en €2010 par personne (comptes nationaux) Structure du financement de la consommation de soins et biens médicaux en 2013 (HCAAM)
Transport	<ul style="list-style-type: none"> Quelle évolution des taux d'équipements en véhicules ? Quelles évolutions du nombre de déplacements (par motif et par distance) ? Quelle évolution des parts modales en fonction de la distance des déplacements ? Dépenses de formation à la conduite ? 	<ul style="list-style-type: none"> Historique de la consommation effective des ménages en achats de véhicules en €2010 par personne (comptes nationaux) Taux d'équipement moyen actuel des ménages en voitures, motos et bicyclettes (Insee) Parts des différents modes de transport en fonction de la distance des déplacements (ENTD 2008)
Communications		<ul style="list-style-type: none"> Historique de la consommation effective des ménages de chaque sous-poste en €2010 par personne ou par ménage (pour tel fixe) (comptes nationaux) Taux d'équipement des ménages en matériel de téléphonie (Insee)
Loisirs et culture		<ul style="list-style-type: none"> Historique de la consommation effective des ménages de chaque sous-poste en €2010 par personne (comptes nationaux)

		<ul style="list-style-type: none"> • Taux d'équipement des ménages en matériel audiovisuel et informatique (Insee)
Education	<ul style="list-style-type: none"> • Quel rôle pour l'école et l'université ? Quelle durée des études? Quels niveaux d'études? Quelle temporalité pour les études au cours de la vie? Quelles évolutions du taux de scolarisation pour les différents niveaux? • Quelle évolution des dépenses par étudiant? (et quel type de dépenses?) • Quelle structure de financement (Administration publique, Ménages, Financeurs privés) pour quels niveaux? 	<ul style="list-style-type: none"> • Taux de scolarisation par âge et par degré (MEN-MESR-DEPP) • Evolution de la dépense intérieure d'éducation et de sa structure par niveau d'enseignement depuis 1980 (MEN-MESR-DEPP) • Evolution de la dépense moyenne par élève depuis 1980 (en € 2012) • Structure du financement de l'éducation par financeur final (et son évolution depuis 1980) (MEN-MESR-DEPP)
Hôtels, cafés, restaurants		<ul style="list-style-type: none"> • Historique de la consommation effective des ménages de chaque sous-poste en €2010 par personne (comptes nationaux)
Biens et services divers		<ul style="list-style-type: none"> • Historique de la consommation effective des ménages de chaque sous-poste en €2010 par personne (comptes nationaux)
Budget public (dépenses publiques et fiscalité)	<ul style="list-style-type: none"> • Quelles évolutions, quelles orientations pour les dépenses publiques ? • Etes-vous familier avec les propositions de "Revenu de Base Inconditionnel"? "Dotation Inconditionnelle d'Autonomie?" • Si oui, qu'en pensez-vous? • Si vous y êtes favorable, comment l'envisagez-vous? (En complément? En substitut? De quoi? Etc.) • Quelles évolutions pour la fiscalité? • Quelque chose à propos de la dette publique ? 	<ul style="list-style-type: none"> • Dépense par fonction et sous-fonction et recettes des administrations publiques par sous-poste (moyenne sur 2010-2013) (comptes nationaux)
Conditions de travail, modes de production, redistribution	<ul style="list-style-type: none"> • Evolution des taux d'activité ? Age de départ en retraite ? • Evolution du temps de travail ? Sous quelle forme ? (hebdomadaire/annuelle/etc. ?) Evolution du travail à temps partiel ? • Evolution du revenu horaire ? • Pratique du télétravail quand c'est applicable ? • Evolution de la productivité horaire du travail ? • « Flexibilisation » des embauches et débauches ? • Quelles évolutions des pratiques et dépenses publicitaires ? • Quel schéma de redistribution ? 	<ul style="list-style-type: none"> • Evolution des taux d'activité par classe d'âge et par sexe depuis 1975 (Insee) • Durée du travail hebdomadaire (pour les salariés et pour les non-salariés) et proportion de travailleurs à temps partiel dans les différents pays de l'UE en 2013 dont la France (Eurostat) • Salaires horaires nets par sexe et CSP en 2012 (Insee) • Courbes de distribution des niveaux de vie annuels des individus par 5 centiles (de 1996 à 2011) (Insee)
Echanges internationaux	<ul style="list-style-type: none"> • Quels taux d'imports et quelle évolution des exports pour les différents types de produit ? 	<ul style="list-style-type: none"> • Historique des ratios Imports/Ressources totales pour chaque type de produit (comptes nationaux)
Energie	<ul style="list-style-type: none"> • Quelle place pour quel type d'énergie? • Quelles technologies? • Quel "mix énergétique"? Etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Evolution de la « production » d'énergie primaire par énergie (SOeS) • Evolution de la consommation d'énergie primaire par énergie et mix de consommation en 2013 (SOeS) • Mix de la production électrique française en 2012 (RTE)
Démographie	<ul style="list-style-type: none"> • Quelles hypothèses de fécondité, espérance de vie à la naissance en 2060, quel solde migratoire annuel ? 	<ul style="list-style-type: none"> • Différentes variantes d'hypothèses proposées par l'INSEE pour ses projections démographiques à 2060

3. Limites et biais potentiels

Notre approche comporte plusieurs limites et n'est pas dépourvue de biais potentiels. Contentons-nous ici de mentionner les principaux :

- les *biais déclaratifs* : les personnes interrogées peuvent, au cours d'un entretien, adapter leur discours, par exemple pour chercher (souvent inconsciemment) à protéger leur image sociale (vis-à-vis des autres, et notamment de l'enquêteur dont elles peuvent se sentir jugées);
- les *biais d'ancrage* ou des effets de cadrages : les choix des thèmes retenus, des questions posées et des variables proposées, ainsi que des différents éléments d'information inclus (et non-inclus) dans le fichier d'entretien, peuvent opérer des cadrages particuliers, et conduire certains participants à sous-développer des aspects de leurs « visions ». De manière plus générale, les participants sont invités à réfléchir et à s'exprimer sur des questions qu'ils ne s'étaient parfois jamais posées auparavant, ce qui est un exercice particulièrement délicat, non seulement à réaliser, mais aussi à interpréter ;
- les *biais de langage* : les termes des nomenclatures utilisées pour la consommation peuvent parfois s'écarter du langage courant, n'avoir qu'une signification vague pour les participants, ou être mal interprétés. Nous avons cherché à limiter ces biais en utilisant la nomenclature par fonction de consommation (COICOP), qui est généralement plus « parlante » que la nomenclature par produits (CPF), ainsi qu'en renseignant des commentaires explicatifs précisant le contenu des différents postes de consommation (Figure 4) ;
- les *biais d'inclusion*, également liés aux biais de langage : les différents postes des nomenclatures utilisées peuvent constituer des agrégats que les participants peuvent assimiler de façon abusive à une partie voire à un seul des éléments (emblématique) qui les composent¹⁶⁴.
- les *biais de perception*, liés à la vision inévitablement partielle et limitée que chacun a de la société (en fonction de son milieu de référence), qui peuvent conduire à une perception décalée ou erronée des « besoins » et des modes de vie et de consommation des « autres »¹⁶⁵, et à des hypothèses d'évolutions de certaines variables plus radicales ou au contraire moins fortes que ce qui correspondrait à ce que les participants ont en tête. Les éléments informatifs et statistiques proposés dans le fichier d'entretien (par exemple, les taux d'équipement moyens des ménages en divers biens, etc.) ont pour but de limiter ces biais en offrant des repères quantitatifs;
- les *limites et biais cognitifs* : la traduction d'une « vision » en estimation quantitative de l'évolution de certaines variables peut se révéler difficile et reste toujours approximative (par exemple, quelques chiffres sont parfois proposés de manière très approximative, adossés à des commentaires comme « j'en sais rien, mais ça va diminuer ! », ou « On est cohérent, là ? »), et d'autant plus lorsque l'évolution d'une variable est supposée résulter de plusieurs effets agissant en sens opposé (citons l'exemple d'un participant, au sujet du poste « réparation d'appareils ménagers » : « j'ai du mal à trancher car d'un côté on réparera plus, d'un autre on le fera en partie soi-même, et en même temps on aura moins d'appareils... »). Les limites cognitives peuvent également conduire les participants à

¹⁶⁴ Inversement, les participants peuvent vouloir opérer des distinctions entre différents éléments d'un même agrégat, que l'indisponibilité des données à des niveaux de désagrégation supérieurs ne nous permet pas toujours de traduire rigoureusement dans notre modèle par la suite.

¹⁶⁵ Les personnes interrogées étaient généralement conscientes de ces limites de perception. En témoigne par exemple des commentaires interrogatifs du type : « difficile à dire [pour les consommations de peinture] : actuellement, quelle est la part de peinture destinée à du purement décoratif et celle employée pour quelque chose de vraiment utile ? ».

renseigner des hypothèses peu probables, susceptibles de présenter des incohérences, ou encore qui pourraient ne pas correspondre concrètement à une situation qu'ils jugeraient « souhaitable et soutenable » dans la réalité (par exemple, il est difficile d'estimer « à la volée » le contenu nutritionnel associé à un « mix » de consommations alimentaires par personne, et de juger s'il serait satisfaisant). Enfin, certaines propositions peuvent être modélisables, mais difficiles sinon impossibles à mettre en place en pratique (ex : « diminution des consommations médicales de la dernière année de vie »)

- Les *limites liées à des incertitudes* sur les marges d'évolution considérées comme « réalistes » par les participants, notamment au sujet de ce qui est « techniquement » possible (ce qui se traduit par plusieurs interrogations de la part des participants, par exemple : au sujet des « ordinateurs et périphériques » : « multiplier la durée de vie par 2, ça doit être envisageable, non ? » ; ou encore en ce qui concerne la nature de certains produits : « est-ce qu'on peut le fabriquer avec des matériaux différents? », etc.)
- les *biais liés à la durée des entretiens* : celle-ci peut en effet être particulièrement longue (parfois plus de 10 heures), compte-tenu de la variété des thèmes abordés et du niveau de détail des réponses de certains participants. Les entretiens sont donc réalisés en plusieurs séances et en général répartis sur plusieurs jours. Toutefois, il est possible que la lassitude gagne certains participants en fin de séance lorsque celles-ci sont longues¹⁶⁶ et les conduisent à passer plus rapidement et moins en détail sur certains sujets¹⁶⁷ (notamment en adoptant un niveau de réponse plus agrégé, ce qui peut augmenter le risque de biais d'inclusion).

La plupart de ces biais sont inhérents à la nature de l'exercice. Rappelons que les visions que nous cherchons à recueillir ne sont de toute façon jamais des visions définitives, mais au contraire des « photographies instantanées », avec leur part de flou et leur cadrage particulier. Celles-ci sont toujours susceptibles d'évoluer, ne serait-ce que sous l'effet des éclairages que nous proposons d'y apporter.

4. Synthèse et analyse des « visions » recueillies

Dans les limites de cette étude, notre objectif n'était pas d'aborder le plus grand nombre possible de personnes, ou de viser une quelconque « représentativité », mais plutôt de recueillir *quelques* « visions » dans le détail et en profondeur, aussi complètes que possible, afin d'en saisir les logiques et les cohérences internes (et les incohérences éventuelles) de comprendre leur articulation systémique, et d'être en mesure d'en proposer ensuite des traductions « conformes » sous la forme de scénarios implémentables dans un cadre de modélisation numérique.

Nous présentons ici une courte synthèse des réponses obtenues au cours de quatre entretiens (trois entretiens individuels et un entretien collectif) effectués au cours des mois de juin, juillet, et août 2015¹⁶⁸. Les répondants

¹⁶⁶ Ce qui est davantage le cas pour les entretiens collectifs, compte-tenu de la contrainte de disponibilité des participants qui invite à limiter le nombre de séances.

¹⁶⁷ Cet effet de lassitude ne semble cependant pas avoir joué d'une séance à l'autre en ce qui concerne les entretiens que nous avons réalisés ici : les participants exprimaient une motivation constante, et nous ont plusieurs fois relancés eux-mêmes pour les entretiens.

¹⁶⁸ Un autre entretien reflétant une vision très contrastée par rapport à celles présentées ici a été réalisé au cours de cette même période. Celle-ci se distinguait entre autres par un optimisme technologique marqué (« la technologie va suivre, ce sera une technologie "low carbone" », « espérance de vie à 150 ans », « voitures sans chauffeur d'ici 2050 », « voitures volantes », « transhumanisme », etc.), mais surtout par une forme de fatalisme que le participant exprimait à travers une notion ambiguë d'invariants (« l'homme est comme ça »). Ce fatalisme venant interférer à répétition avec les consignes de l'entretien (malgré de nombreuses tentatives de recadrage de l'enquêteur), il s'ensuit une certaine ambiguïté de la vision recueillie, qui ne correspond pas tant à une vision « souhaitable et soutenable » qu'à une vision jugée « inéluctable » – ou, autrement dit, à une pré-vision. (Une confusion que révèle particulièrement bien cette phrase extraite de l'entretien

aux entretiens individuels sont des relations de l'auteur, tandis que les participants à l'entretien collectif sont des amis de l'un des répondants aux entretiens individuels¹⁶⁹. Les entretiens ont été réalisés pour l'essentiel par visioconférence, à l'exception de l'un des entretiens individuels, en partie réalisé en présence. Les personnes interrogées se trouvaient généralement dans un cadre familial et une atmosphère détendue (appartement personnel ou appartement d'un ami, bureau de doctorants). Les entretiens ont tous été réalisés en plusieurs séances de durées variées, allant de la demi-heure à des séances de plus de trois heures, pour une durée totale des entretiens d'environ six à dix heures.

Les entretiens réalisés par visioconférence ont été enregistrés, mais n'ont pas été retranscrits faute de temps. Les réponses ont été notées au fil des entretiens, directement dans le document Excel de support, lequel était retransmis en fin de séance aux participants. Ces derniers étaient libres de revenir sur leurs réponses, ou de demander la correction d'éventuelles notes ne leur paraissant pas retranscrire fidèlement leur propos ou leurs idées (cela n'a pas été le cas).

Les Tableau 30, Tableau 31, Tableau 32, et Tableau 33 en [Annexe 1](#) proposent un aperçu synthétique des réponses obtenues au cours de ces différents entretiens, qui tracent les contours de ce qui représenterait *a priori*, dans leur imaginaire, une transition vers une société « souhaitable et soutenable »¹⁷⁰.

De manière générale, on soulignera les nombreuses similitudes et points communs entre les différentes « visions » exprimées. On retrouve notamment dans chacune les éléments suivants : relocalisation économique (en particulier pour les productions alimentaires, avec des circuits courts) avec maintien de l'ouverture culturelle, logique de réparation et de prolongation de la durée de vie des biens (par amélioration qualitative et réparations), de mutualisation (des équipements et des lieux de vie), le développement de l'autoproduction, de l'autoréparation, du « *do-it-yourself* », rôle croissant de l'économie informelle et des échanges non monétaires, importance des changements qualitatifs dans la production (dans le choix des matériaux -renouvelables- et des modes de production, idée du « *moins mais mieux* »), régimes alimentaires moins carnés, transition vers des énergies renouvelables, orientation vers une agriculture essentiellement « biologique », et dans l'ensemble, une tendance globale, plus ou moins forte, à la diminution des consommations de biens et services par personne.

Ces similitudes ne concernent pas seulement les réponses en elles-mêmes, mais aussi les préoccupations des participants, et les critères qui guident la logique de leurs raisonnements. Le plus souvent, ceux-ci renvoient à la question des **impacts** énergétiques et environnementaux¹⁷¹ (dont déchets, etc. – « *on conserve ce qui a un impact négligeable* »), à une idée de préservation et de développement du **lien social** (« *logique conviviale* », « *logique de partage* », « *jouer au Monopoly en famille plutôt qu'en bourse* »), à une notion d'**autonomie** (exemple des services domestiques et ménagers : « [...]souhaitable de ne pas avoir besoin de services pour subvenir à ses besoins », « *mieux vaut passer moins de temps au boulot et faire les trucs soi-même* »), et surtout, de manière générale, à une idée d'ajustement des consommations à des « **besoins** » qu'il s'agirait

: « *ce qui va devenir rare, c'est un coin de paradis* »). Le caractère très général, relativement abstrait et non-quantitatif des propos recueillis ne permettait pas, par ailleurs de traduire cette vision dans notre cadre de modélisation. Nous ne la présenterons donc pas ici. (Il ne s'agit en aucun cas d'une censure idéologique.)

¹⁶⁹ Nous avons commencé à adopter une stratégie « buissonnante » suivant laquelle chaque contact est susceptible d'en fournir à son tour un ou plusieurs autres. Cette stratégie était efficace ; mais compte-tenu du temps nécessaire à la réalisation et à l'exploitation de chaque entretien, nous nous sommes limités à un petit nombre de participants et n'avons pas eu à la poursuivre.

¹⁷⁰ Nous précisons que les éléments qui sont rassemblés dans ces tableaux sont ceux qui nous semblent les plus pertinents pour décrire les scénarios qui seront modélisés. Pris hors du contexte de la discussion dont ils proviennent, ils peuvent ne pas en refléter l'esprit ou les valeurs sous-jacentes.

¹⁷¹ La préoccupation des participants pour des productions « locales » semble le plus souvent sous-tendue par la question des impacts (comme le suggère la proposition du groupe de limiter la proportion des imports en fonction de la distance de transport). Bien que le lien ne soit pas apparu *explicitement* dans tous les entretiens, il est également possible que cette préoccupation soit justifiée sur la base de considérations socioéconomiques, celles-ci étant exprimées à d'autres occasions (exemple : des téléphones « *produits dans le respect de chartre éthique sur les conditions de travail des ouvriers* »).

d'évaluer, et qui sont donc implicitement considérés comme finis (« *ici on ne garde que ce qui est nécessaire...* » - « *pas besoin de 4 assiettes par personne* » - « *utilisation restreinte à quand il n'y a pas d'autres solutions* [pour les piles électriques] », « *on n'importe que ce dont on a besoin* », etc.). Ce dernier aspect que les entretiens mettent en évidence s'opposant fondamentalement au postulat de besoins illimités sur lequel repose la fiction théorique de l'*homo œconomicus*¹⁷². La logique des raisonnements qui sous-tendent les réponses des participants se présente ainsi souvent comme une recherche de compromis entre ces différents critères¹⁷³.

Ces multiples similitudes sont bien sûr à mettre en parallèle avec les nombreuses caractéristiques communes des participants : ils sont tous assez jeunes (entre 25 et 40 ans), à haut degré d'éducation académique (diplômés d'une école d'ingénieur), très intéressés et concernés par les enjeux sociaux et environnementaux, plus ou moins familiers avec la notion de Décroissance, n'ont ni parent ni enfant « à charge », etc. Il n'en reste pas moins que le degré de convergence des visions recueillies (dans les propositions quantitatives autant que dans le détail et la formulation des propositions qualitatives) nous paraît remarquable. On ne saurait bien sûr prétendre que cela est révélateur de l'émergence globale d'un paradigme sur la base de ces quelques entretiens seulement. Il serait donc intéressant, à l'avenir, de poursuivre cette enquête et d'étendre la série d'entretiens à une population plus large et plus diverse.

Il nous paraît intéressant, enfin, de mentionner la difficulté des participants à exprimer leurs « visions » par le biais d'évolutions *quantifiées* de certaines variables. Cette difficulté découle souvent de limites cognitives que nous avons mentionnées plus haut, et de la difficulté inhérente à ce processus de traduction qui consiste à passer des idées aux chiffres – souvent en passant par les mots. Mais elle paraît également relever, dans certains cas, d'une forme de refus de se prononcer sur les évolutions qui seraient « souhaitables et soutenables », malgré un statut quo qui ne satisfait pas pour autant. Dans plusieurs cas (par exemple au sujet de la santé), le « souhaitable » exprimé par les participants ne consiste pas tant en une situation particulière ou en un « état des choses » bien défini, qu'en la mise en place de « réflexions collectives ». Il semblerait que l'on retrouve ici, d'une certaine manière ce paradoxe qui caractérisait déjà, selon certains, le *moment* de Mai 1968 : l'expression simultanée du « *refus du 'vieux monde' et [du] rejet de la tentation de dire de quoi 'le nouveau' devrait être fait* » (Entropia, 2008, p. 5). Une posture que l'on ne saurait condamner, mais qui ne facilite guère la démarche prospective.

Pour conclure, nous avons donc recueilli à travers ces entretiens quatre « visions » particulières de transition vers une société « souhaitable et soutenable ». Celles-ci présentent de nombreuses similitudes, et reprennent toutes, par ailleurs, un certain nombre d'éléments et de propositions que l'on retrouve au sein des mouvements de la Décroissance, en les déclinant avec différentes nuances. C'est sur la base de ces « visions » que nous construirons, dans la suite de notre étude, différents scénarios destinés à être implémentés dans notre modèle numérique.

¹⁷² Un postulat maintes fois invalidé par l'anthropologie, la sociologie et la psychologie, mais pourtant encore largement répandu dans la littérature économique, de manière implicite, à travers l'adoption d'hypothèses de « fonctions d'utilité » strictement croissantes.

¹⁷³ Une recherche de compromis qui s'exprime parfois en termes « d'optimisation », notamment pour le participant à l'entretien C : « *optimisation de l'usage de l'existant* », « *optimisées du point de vue énergétique* », etc.

Bibliographie du Chapitre 3

Bardin, L., 2013. L'analyse de contenu. Presses universitaires de France, Paris.

Bourdieu, P., 2012. L'opinion publique n'existe pas. Acrimed Action Crit. Médias. <http://www.acrimed.org/L-opinion-publique-n-existe-pas> (accessed 11.8.15).

Dias, M., 2008. Un héritage paradoxal, in: Décroissance & utopie, Entropia, revue d'étude théorique et politique de la décroissance. Parangon/vs, Lyon, pp. 57–70.

Entropia, 2008. Ambiguïtés de l'utopie, in: Décroissance & utopie, Entropia, revue d'étude théorique et politique de la décroissance. Parangon/vs, Lyon, pp. 3–7.

Rist, G., 2010. L'économie ordinaire entre songes et mensonges. Les Presses de Science Po.

Slocum, N., Elliott, J., Heesterbeek, S., Lukensmeyer, C.J., 2006. Méthodes participatives, Un guide pour l'utilisateur. Koning Boudewijnstichting, Bruxelles.

Chapitre 4 - Description du cadre de modélisation

La présentation des cadres conceptuels, des outils mathématiques, et des sources de données employés pour un travail de modélisation est rarement, nous en sommes bien conscients, la partie la plus facile, ni la plus agréable à lire. Sa lecture peut même parfois paraître ingrate. Et pourtant, c'est ici que se condense généralement l'essentiel, le cœur des hypothèses de travail, dont la connaissance est indispensable à la bonne compréhension des résultats, et au jugement de la valeur que chacun entend leur attribuer. Car un modèle n'est jamais un pur élément de méthode : il reflète inévitablement une certaine ontologie, se rapporte à une épistémologie particulière, et s'inscrit dans une méthodologie spécifique. Nous n'insisterons jamais assez sur l'importance de garder constamment à l'esprit les hypothèses de travail adoptées, leur domaine de validité, leur conditionnalité et leur fragilité. Le constat dressé par Leontief en 1973 est hélas encore d'actualité dans le champ de la modélisation :

“By the time it comes to interpretations of the substantive conclusions, the assumptions on which the model has been based are easily forgotten. But it is precisely the empirical validity of these assumptions on which the usefulness of the entire exercise depends. ... A natural Darwinian feedback operating through selection of academic personnel contributes greatly to the perpetuation of this state of affairs” (Leontief, 1973)

La pratique de la modélisation numérique appliquée, nous l'avons vu au travers du *chapitre 2*, repose sur une négociation délicate entre les idées que l'on a du système réel étudié et des mécanismes à l'œuvre en son sein, les phénomènes que l'on entend représenter et explorer, les indicateurs que l'on souhaite utiliser pour les décrire et les analyser, et les données numériques disponibles selon un cadre conceptuel et statistique donné.

A travers cette négociation, il s'agit d'aboutir à une *décomposition* factorielle pertinente du système étudié et de ses mécanismes, c'est-à-dire d'opérer un découpage en paramètres élémentaires judicieusement choisis : ceux-ci doivent notamment permettre une traduction numérique sans ambiguïté et la plus *explicite* possible des différentes hypothèses caractéristiques des scénarios à explorer. Il faut également pouvoir attribuer à chaque paramètre une valeur, ce qui suppose une certaine cohérence, un certain niveau d'harmonisation avec les cadres statistiques disponibles. Les relations entre ces paramètres élémentaires doivent par ailleurs être suffisamment bien comprises pour pouvoir en proposer une représentation mathématique satisfaisante. De ce point de vue, notre horizon de long terme pose une contrainte de robustesse qui nous invite à favoriser les relations structurelles et les liens de causalité : aucune corrélation ne devrait être introduite sans une solide compréhension des causalités sous-jacentes. Ainsi, les paramètres sujets à des mécanismes incertains, inconnus, ou trop complexes, seront laissés exogènes, tout comme ceux relatifs à des facteurs comportementaux ou à des choix politiques, puisque ceux-ci constituent précisément les *leviers* sur lesquels nous voulons agir au sein du modèle pour en explorer les effets potentiels. Il faut enfin autoriser au cœur de l'outil, une certaine flexibilité, le doter d'un potentiel évolutif, compte tenu de l'usage que nous voulons en faire – usage en partie incertain, puisqu'il avait vocation à explorer des scénarios que nous ne connaissions pas, et qu'il resservira, nous l'espérons, à d'autres études dans le futur. C'est ce travail délicat que nous présentons ici.

Après une brève présentation du logiciel utilisé, ce chapitre propose ainsi, pour les différents thèmes abordés à travers cet exercice de modélisation :

- une brève présentation des concepts communément employés pour leur étude ;

- une discussion éventuelle de leur pertinence au regard de la particularité des scénarios de type Décroissance (contraintes ou obstacles spécifiques, etc.) ;
- une description des représentations adoptées.

Ce chapitre a également vocation à servir de document de référence pour les utilisateurs du modèle : les commentaires s'y rapportant spécifiquement seront inscrits *en italique et en rouge*, pour plus de clarté.

1. La plateforme de modélisation

L'outil conçu dans le cadre de cette étude a été développé sous le logiciel STELLA® (*Isee Systems*)¹⁷⁴. Ce logiciel de modélisation et de *simulation*, spécifiquement conçu pour l'analyse numérique de systèmes dynamiques, présente diverses caractéristiques particulièrement appréciables dans notre cas, notamment :

- une interface graphique de modélisation très accessible, intuitive et ergonomique, qui offre une visualisation directe de la structure causale des modèles, facilite leur compréhension et leur prise en main ;
- des outils d'annotation qui permettent de garder une bonne traçabilité des sources de données utilisées, et de renseigner pour chaque paramètre toute information jugée utile à la compréhension et à l'utilisation du modèle ;
- des fonctionnalités dédiées à l'analyse de sensibilité et aux approches par scénarios, qui permettent d'évaluer l'importance relative des paramètres, d'identifier d'éventuels leviers clés, et d'explorer les conséquences possibles de jeux d'hypothèses contrastés – approches indispensables à l'appréhension des systèmes complexes et de l'incertitude forte qui les caractérise;
- des possibilités de partage et de diffusion des modèles : il est possible d'ouvrir les fichiers des modèles créés sous STELLA® et de lancer des simulations à l'aide du « lecteur » *Isee Player™*, logiciel téléchargeable gratuitement sur internet¹⁷⁵ ; ou encore de les exporter et de les publier sur la plateforme *Isee NetSim™*, ce qui les rend accessibles et utilisables en ligne directement à partir d'un navigateur internet¹⁷⁶. Dans les deux cas, le lancement des simulations s'effectue via une interface d'utilisation à partir de laquelle ne sont modifiables que les paramètres préalablement sélectionnés par l'auteur. Cette fonctionnalité est particulièrement intéressante pour mettre en place d'éventuelles approches participatives.

Le potentiel de convivialité de cet outil devrait permettre par la suite la diffusion et l'appropriation de notre travail par d'autres acteurs, peut-être au-delà des communautés restreintes d'« experts en modélisation ». Notre modèle remplirait alors son modeste rôle d'outil de compréhension commune et de support pour la réflexion et la délibération collective.

¹⁷⁴ <http://www.iseesystems.com/software/Education/StellaSoftware.aspx>

¹⁷⁵ Disponible à l'adresse suivante : <http://www.iseesystems.com/software/player/iseeplayr.aspx>

¹⁷⁶ Voir : <http://www.iseesystems.com/software/NetSimWizard.aspx>

2. Structure globale du modèle

Le modèle¹⁷⁷ réalisé dans le cadre de cette étude peut être considéré comme un modèle relativement *compliqué* dans la mesure où il est constitué d'un grand nombre de paramètres et de relations, mais il reste *conceptuellement simple*. Les relations qui le composent consistent en de l'algèbre élémentaire, et tout comportement du modèle peut être aisément retracé à travers la séquence des paramètres impliqués. Les relations de cause à effet sont relativement directes, et s'expliquent simplement. Nous nous sommes efforcés d'éviter le piège de la « boîte noire ».

La structure d'ensemble de cet outil est illustrée par la Figure 5. Il s'agit d'un modèle de simulation dynamique, prévu pour être utilisé sur un horizon long terme, d'une cinquantaine d'années dans notre cas (période 2010-2060, qu'il est toujours possible d'étendre). Le périmètre retenu est celui de la France¹⁷⁸, et le principal cadre statistique adopté est celui de la comptabilité nationale. L'économie est désagrégée en 37 branches d'activité et types de produits. La logique de modélisation adoptée consiste pour l'essentiel à accueillir en entrée des hypothèses exogènes relatives à l'évolution des modes de vie, et à des choix de société, traduites et exprimées en termes d'évolution de la consommation de divers biens et services, de la mobilité, de choix résidentiels et de comportements de cohabitation, d'orientation des dépenses et des recettes publiques, etc. Ces hypothèses proviennent notamment des entretiens présentés précédemment (cf. *chapitre 3*). Elles permettent de définir l'évolution de la demande sectorielle. Celle-ci détermine ensuite l'évolution de la production de chaque branche d'activité *via* une analyse entrées-sorties. De l'activité ainsi calculée de chaque branche découle alors l'évolution de l'emploi et du chômage, ainsi que des impacts environnementaux (consommations énergétiques, émissions de polluants, consommations d'eau et productions de déchets) du secteur productif. A cette séquence centrale s'ajoutent également divers modules spécifiques détaillés, dédiés par exemple au calcul des consommations énergétiques et des émissions du transport et du résidentiel, ou encore à l'estimation du budget et de la dette publics.

Du point de vue des impacts environnementaux, la conjugaison d'une détermination par les paramètres macro-économiques et d'une prise en compte détaillée des facteurs technologiques dans certains modules spécifiques désagrégés, rend ce modèle difficile à classer suivant l'axe « *Bottom-up/Top-down* ».

Nous nous attachons, dans ce qui suit, à décrire en détail les différents modules de ce modèle qui apparaissent sur la Figure 5.

¹⁷⁷ A proprement parler, il s'agit davantage d'un « cadre de modélisation » que d'un « modèle », dans la mesure où les scénarios que nous y implémentons impliquent parfois la modification de certaines des équations qui le composent, voire la mise en place de relations structurelles spécifiques entre certains paramètres.

¹⁷⁸ Hors Mayotte. Le choix d'un périmètre national est en grande partie motivé par la disponibilité des données et contraint par les cadres statistiques existants. Nous sommes conscients qu'un tel choix peut conduire à sous-estimer le rôle des phénomènes opérant à l'échelle locale, urbaine ou régionale, et les interdépendances entre ces différentes échelles (Block and Paredis, 2013; Bulkeley et al., 2009; Tukker and Butter, 2007; Verbong and Loorbach, 2012).

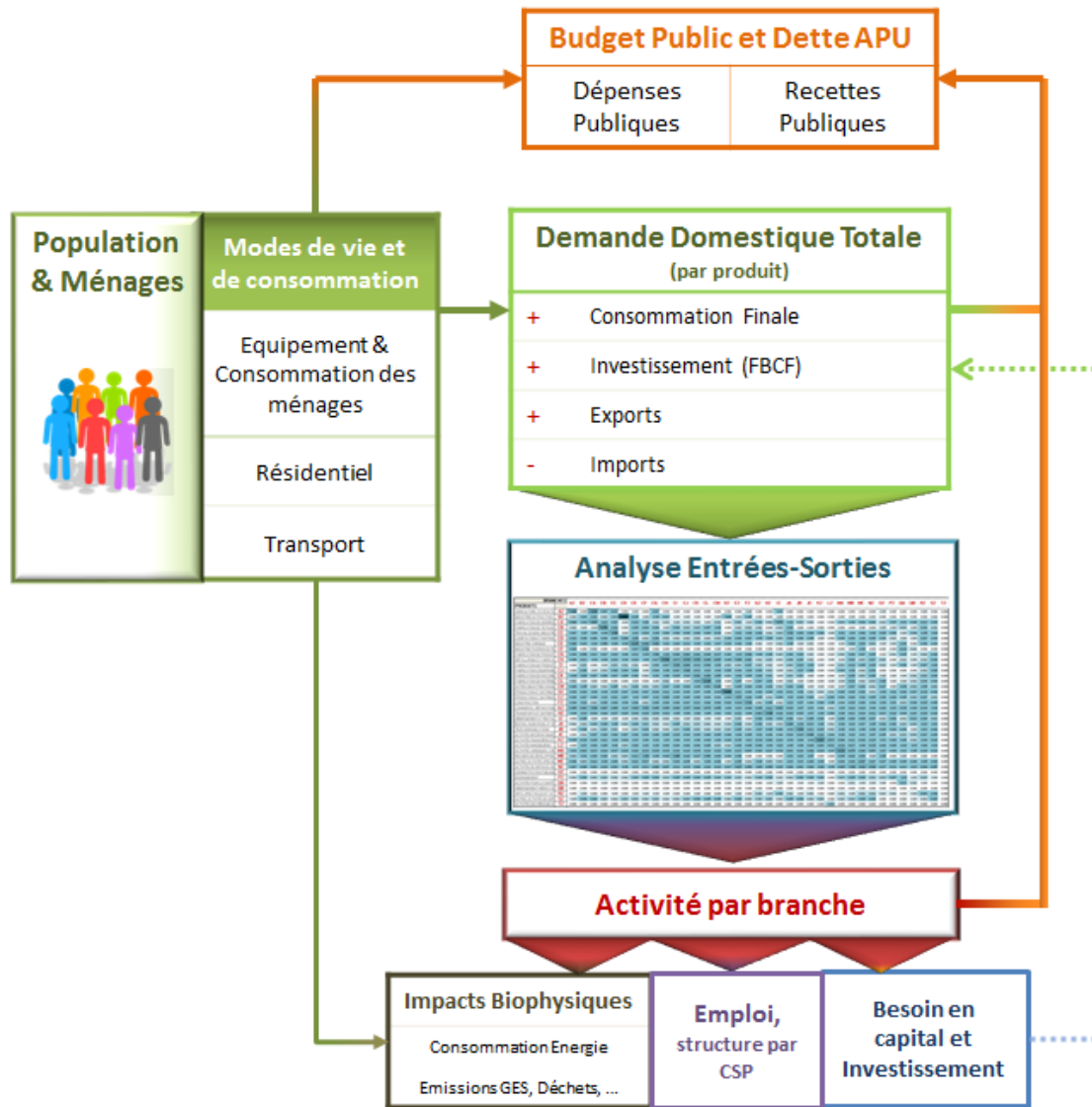


Figure 5 - Schéma structurel simplifié de l'outil de modélisation

3. Population et ménages

3.1.Démographie

A la fois origine et finalité de l'économie au sens large, la population constitue de manière évidente un des paramètres économiques les plus fondamentaux, auquel il convient d'apporter une certaine attention. De ses caractéristiques démographiques propres et spécifiques à chaque territoire dépend en effet en partie – à contexte macro-culturel donné – la nature des « besoins »¹⁷⁹ et de la demande (par exemple : en santé, éducation, protection sociale,...) ou encore le potentiel d'activité et de production (« force de travail » disponible, etc.). Une représentation de la population sous la forme d'un unique agrégat présenterait donc le risque de négliger d'importants effets de structure.

Nous renseignons ainsi dans le module démographique, de manière exogène, différentes projections d'évolution, année par année, de la pyramide des âges française, *désagrégée par an et par genre*, qui reproduisent les projections de l'INSEE à horizon 2060 (INSEE, 2012a). Celles-ci reposent chacune sur un jeu de trois hypothèses concernant l'évolution de l'indice conjoncturel de fécondité, de l'espérance de vie à la naissance, et du solde migratoire annuel¹⁸⁰ (tableau 2). Pour chacun de ces trois paramètres, trois variantes (basse, centrale, haute) sont proposées, ce qui débouche sur 27 combinaisons d'hypothèses différentes et autant de scénarios d'évolution de la pyramide des âges. L'ensemble de ces 27 scénarios - recalés à l'aide des estimations de population de l'Insee plus récentes (2014) - est implémenté dans notre modèle, qui reproduit l'un d'eux en fonction du jeu d'hypothèses (fécondité, espérance de vie et solde migratoire) sélectionné par l'utilisateur (Figure 6).

A titre d'exemple, la Figure 7 illustre les conséquences distinctes, sur la structure de la pyramide des âges, de deux jeux d'hypothèses démographiques contrastés. On devine le poids de ces hypothèses sur la nature des enjeux socio-économiques futurs. Celui-ci peut également s'exprimer à travers le *ratio de dépendance démographique*, entendu comme le rapport entre la population des « jeunes et des personnes âgées » (conventionnellement : 0 à 14 ans, et plus de 65 ans), et la population « en âge de travailler » (conventionnellement : 15 à 64 ans) (Figure 8). Quelles que soient les hypothèses sélectionnées parmi celles proposées, ce ratio devrait évoluer sensiblement à la hausse au cours des trente prochaines années.

Enfin, les projections de l'INSEE portant sur la France métropolitaine seulement, nous appliquons un vecteur de coefficients (un coefficient par année d'âge a , correspondant au ratio : $\frac{Population\ France\ Entière_a}{Population\ metropole_a}$ pour l'année 2010) afin d'étendre ces projections au champ de la France entière, DOM inclus¹⁸¹.

¹⁷⁹ Ou plus exactement, si l'on reprend le cadre théorique proposé par (Max-Neef et al., 1991) des « *satisfiers* », c'est-à-dire des facteurs de satisfaction des besoins.

¹⁸⁰ En Europe, les déterminants de l'immigration sont désormais essentiellement de nature politique : les regroupements familiaux, les mouvements de réfugiés et de demandeurs d'asile, constituent l'essentiel des entrées. De manière générale, les facteurs économiques et démographiques (excepté peut-être pour le cas de l'Allemagne) ne devraient jouer qu'un rôle marginal dans l'évolution des flux migratoires (Feld, 2000). Il est donc préférable de définir le solde migratoire sur la base d'hypothèses exogènes à définir par l'utilisateur.

¹⁸¹ Cette méthode d'extrapolation implique l'hypothèse que la dynamique démographie des DOM-TOM suivra proportionnellement celle de la métropole, ce qui est incertain. Toutefois, leur poids démographique étant relativement faible (moins de 3% de la population française totale), et en l'absence de données complémentaires, nous nous contenterons de cette approximation.

Tableau 2 - Hypothèses de fécondité, espérance de vie, solde migratoire des projections de l'Insee

Hypothèses INSEE	Hypothèse basse	Hypothèse Centrale	Hypothèse haute
Indice conjoncturel de fécondité	1,8 à partir de 2015	1,95 à partir de 2015	2,1 à partir de 2015
Espérance de vie à la naissance en 2060	83,5 ans pour les hommes 88,6 ans pour les femmes	86,0ans pour les hommes 91,1 ans pour les femmes	88,5 ans pour les hommes 93,6 ans pour les femmes
Solde migratoire annuel	+ 50000 par an	+ 100000 par an	+ 150000 par an
Projections INSEE	Toutes hypothèses basses	Toutes hypothèses centrales	Toutes hypothèses hautes
Population France entière	66.6 Millions en 2060 (avec max à 68.2M vers 2040)	71.7 Millions en 2060	85.0 Millions en 2060

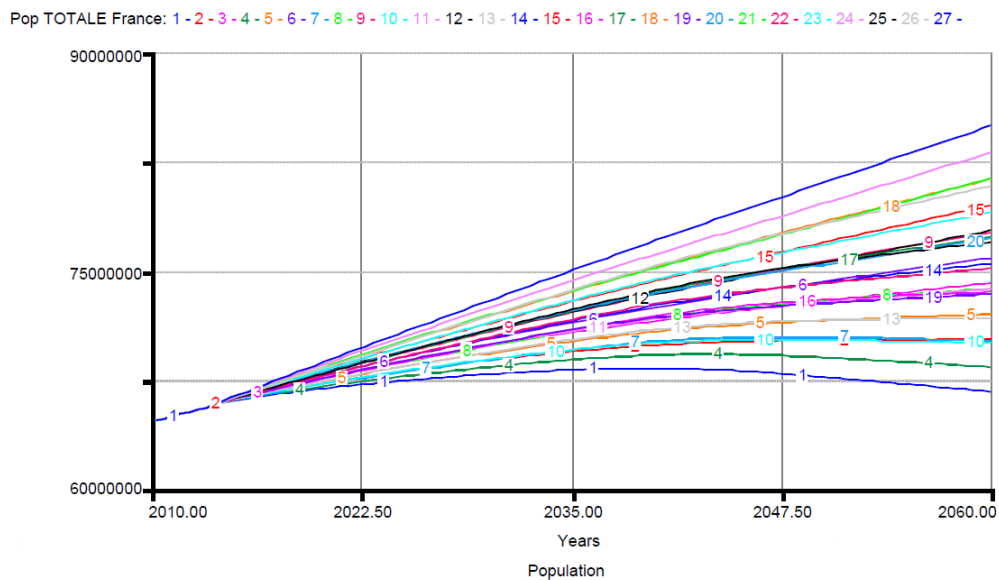


Figure 6 - Projections de population totale pour la France entière issues des projections de l'Insee

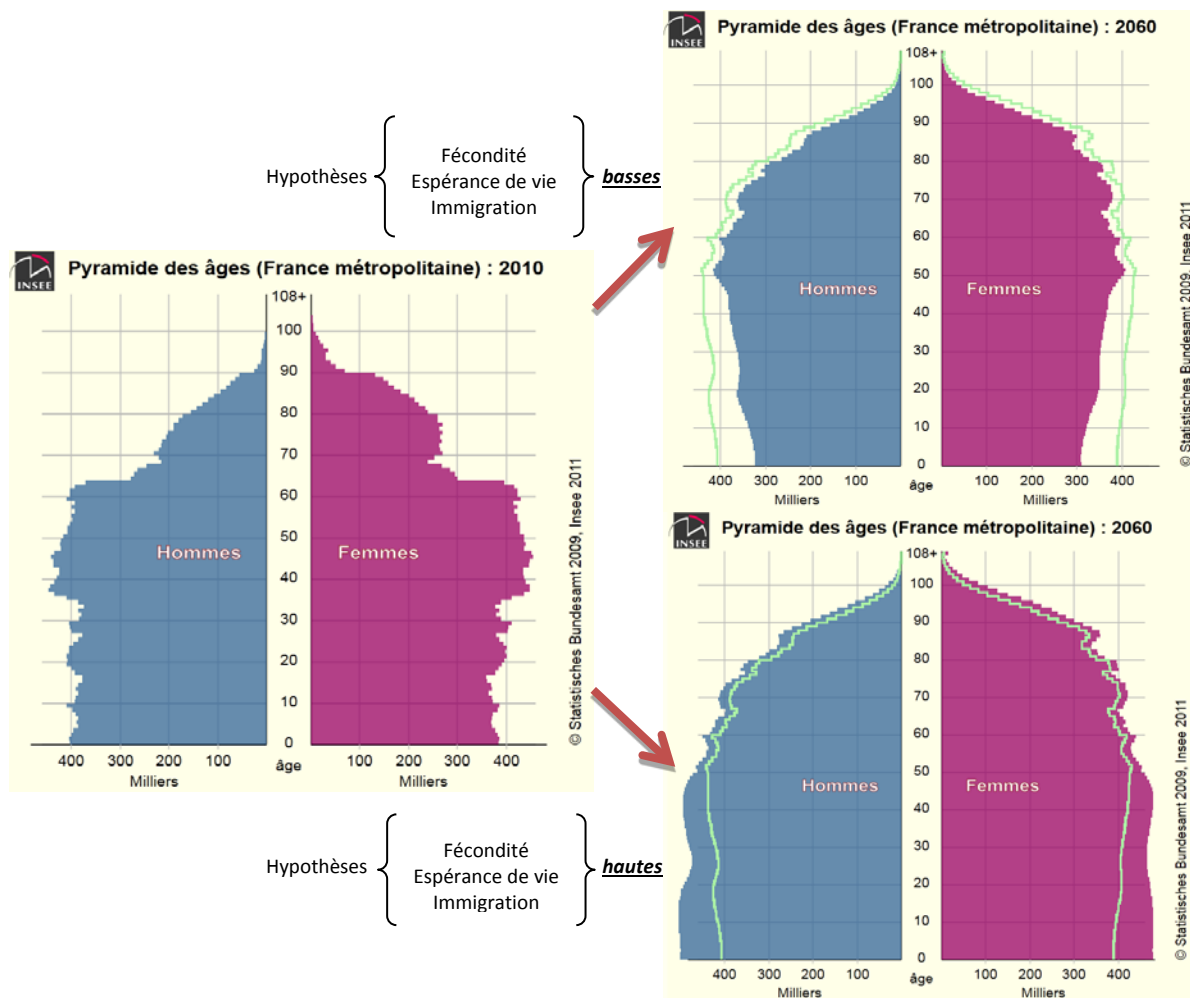


Figure 7 - Projections de l'évolution de la pyramide des âges suivant deux jeux d'hypothèses démographiques contrastés. Le contour vert correspond à la projection "hypothèses centrales" de l'INSEE (INSEE, 2012).

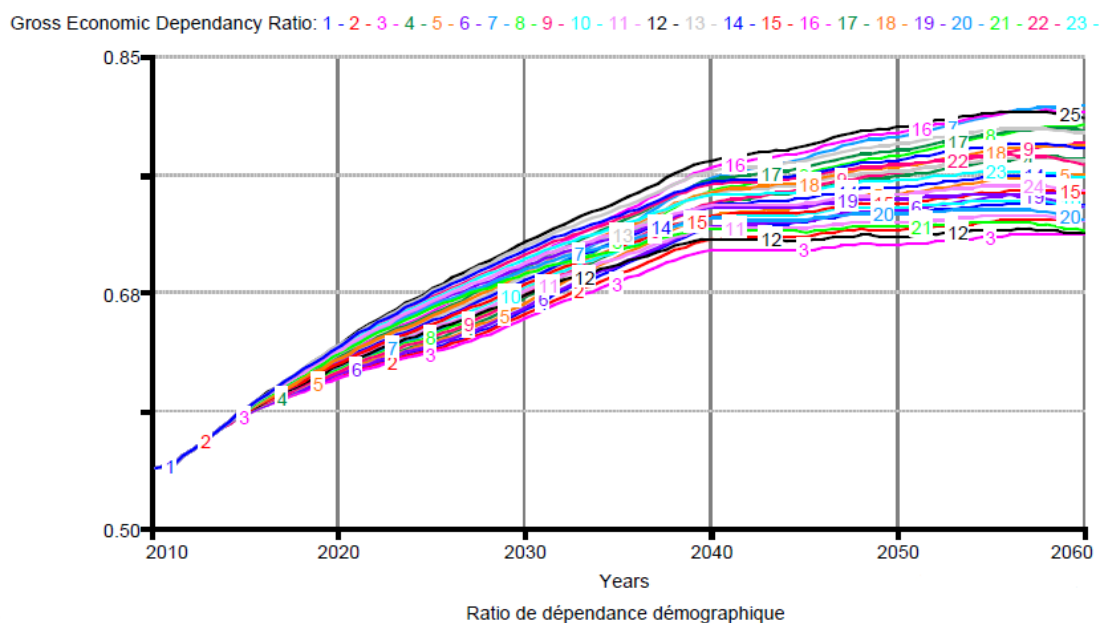


Figure 8 - Sensibilité du ratio de "dépendance démographique" aux différents jeux d'hypothèses démographiques proposés

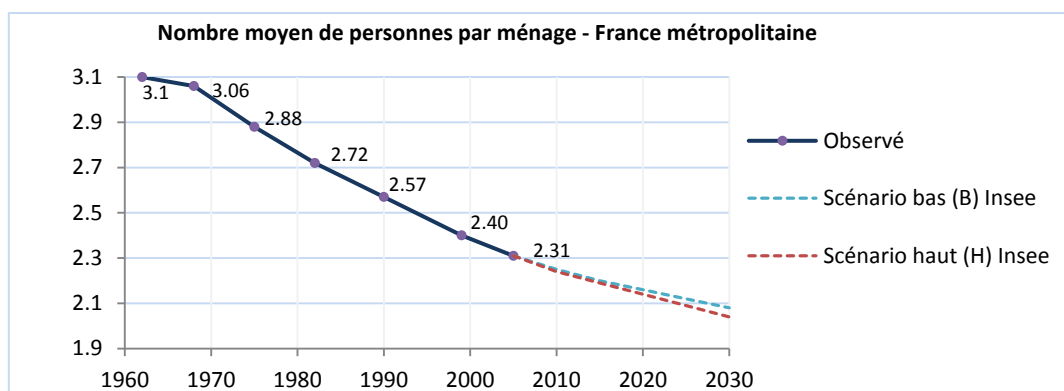
3.2.Ménages

Au-delà des caractéristiques démographiques, les modes de cohabitation de la population constituent également un facteur déterminant pour la demande macroéconomique. Nous ne capturerons dans notre modèle que leur dimension statistique la plus élémentaire pour le moment : le nombre de ménages¹⁸², et leur taille moyenne.

En ce qui concerne la taille des ménages, les données historiques révèlent une tendance régulière à la baisse du nombre moyen de personnes par ménage depuis au moins cinq décennies : celui-ci est passé de 3.10 personnes par ménage en France métropolitaine en 1962, à 2.26 en moyenne en 2010 (Figure 9). Deux facteurs principaux expliquent ce constat : le vieillissement de la population, et l'érosion des modes traditionnels de cohabitation (INSEE, 2006a). D'une part, en effet, les ménages de personnes âgées - généralement sans enfants à charge - étant plus petits que la moyenne (Figure 10), l'évolution de la structure par âge de la population vers une plus grande proportion de personnes âgées induit une diminution de la taille moyenne des ménages. D'après l'Insee, cet « effet âge » expliquerait une bonne moitié de l'évolution du nombre de personnes par ménage ces vingt dernières années, et devrait rester significatif dans les années qui viennent, avec l'arrivée des générations nombreuses du *baby-boom* aux âges où les ménages sont plus petits. D'autre part, outre la diminution du nombre de familles nombreuses, la décohabitation des générations, l'essor relatif des modes de vie solitaires au détriment de la vie de couple, l'augmentation des taux de divorce et la montée de la monoparentalité, (permis ou supportés par l'augmentation globale des niveaux de vie, la plus grande indépendance économique des femmes, par l'évolution des normes sociales et –dans une certaine mesure- de la division sexuelle du travail), jouent également dans le sens d'une diminution de la taille moyenne des ménages.

Tableau 3 - Nombre moyen de personnes par ménage en France métropolitaine - Observation et scénarios Insee

Nombre moy. de personnes par ménage – France métropolitaine-	1968	1975	1982	1990	1999	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Observé	3.08	2.90	2.72	2.57	2.40	2.31	2.26	-	-	-	-
Scénario bas ¹⁸³ (B) INSEE	3.08	2.90	2.72	2.57	2.40	2.31	2.25	2.2	2.16	2.12	2.08
Scénario haut (H) INSEE	3.08	2.90	2.72	2.57	2.40	2.31	2.24	2.19	2.14	2.09	2.04



¹⁸² Dans ses recensements, l'Insee définit « ménage » comme « l'ensemble des personnes qui partagent la même résidence principale, sans que ces personnes soient nécessairement unies par des liens de parenté. Par définition, aux recensements, le nombre de ménages et le nombre de résidences principales sont donc égaux. [...] Aux enquêtes auprès des ménages, depuis 2005, on applique une définition sensiblement différente : y est considéré comme un ménage l'ensemble des personnes (apparentées ou non) qui partagent un même logement (que celui-ci constitue ou non leur résidence principale) et qui font bourse commune. » (INSEE, 2007)

¹⁸³ Scénario « bas » en termes de nombre de ménages, et non de taille de ménage.

Figure 9 - Nombre moyen de personnes par ménage en France métropolitaine - Observations et Scénarios INSEE

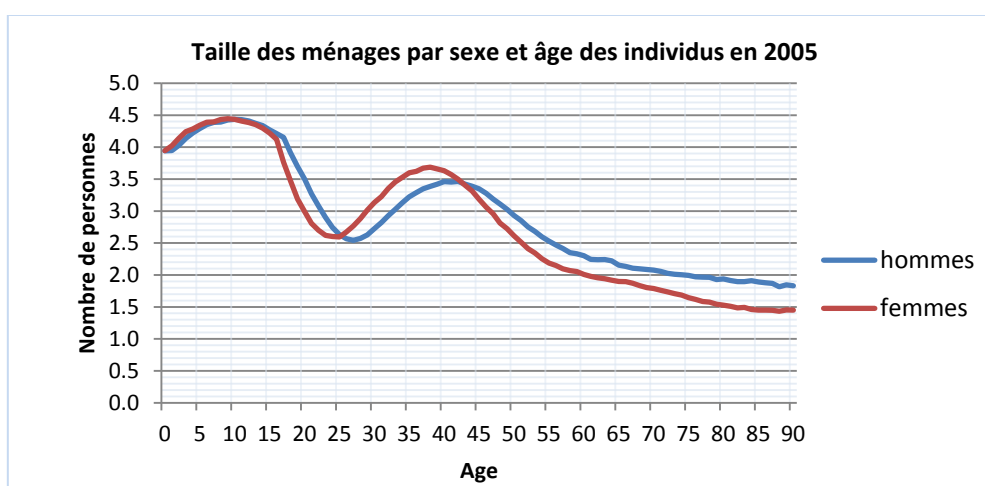


Figure 10 - Taille des ménages par sexe et âge des individus en 2005 - Source: enquête annuelle de recensement 2005, Insee (Source : INSEE, 2006)

Sur la base de cette analyse, et en misant sur la poursuite plausible des tendances observées à moyen terme, l'Insee envisage deux scénarios tendanciels¹⁸⁴ à horizon 2030, différant par les hypothèses relatives à l'évolution des comportements de cohabitation (Tableau 3 et Figure 9), mais envisageant dans chaque cas une poursuite de la diminution de la taille des ménages sous l'effet *conjugué* des deux facteurs mentionnés ci-dessus.

Compte-tenu de notre horizon d'étude plus éloigné et de l'approche prospective que nous suivons - laquelle requiert que les hypothèses comportementales soient, autant que possible, distinguées des effets de structure et traitées de manière explicite -, nous préférons, plutôt que simplement reprendre les projections de l'Insee en matière de taille moyenne globale des ménages, utiliser ici un modèle à cohortes calibré à partir des données de taille moyenne des ménages par sexe et âge des individus (Figure 10). Ceci nous permet de conserver la cohérence avec les hypothèses démographiques¹⁸⁵ et migratoires¹⁸⁶ sélectionnées par l'utilisateur pour chaque scénario, et surtout d'isoler en quelque sorte l'« effet âge » de l'impact propre aux hypothèses d'évolutions des comportements de cohabitation à âge et sexe donnés. *Celles-ci peuvent alors être renseignées de manière exogène par l'utilisateur du modèle, en termes d'évolution de la taille moyenne des ménages pour chaque âge et sexe*¹⁸⁷.

On a alors, pour chaque instant t :

$$Nb_ménages(t) = \sum_{\text{âge}} \sum_{\text{sexe}} \left(\frac{Effectif_Population_{\text{âge,sexe}}(t)}{Nombre_moy_de_personnes_dans_le_ménage_{\text{âge,sexe}}(t)} \right)$$

¹⁸⁴ Quelques variantes sont également étudiées, visant à évaluer l'impact d'autres paramètres, comme la fécondité, la mortalité, etc., sur l'évolution du nombre de ménages.

¹⁸⁵ Les hypothèses relatives à la fécondité et à l'espérance de vie n'ont par exemple pas le même impact : les hypothèses relatives à l'espérance de vie se répercutent assez directement sur le nombre de ménages mais non sur leur taille moyenne, tandis que les hypothèses de fécondité se répercutent d'abord sur la taille moyenne des ménages, et seulement avec un délai sur leur nombre, une fois que les enfants « quittent le nid ».

¹⁸⁶ En supposant « que le surcroît de migrants adopte les mêmes comportements de cohabitation que la population autochtone, à sexe et âge donnés. Cette hypothèse peut toutefois prêter à discussion, car l'impact en terme de nombre de ménages d'un surcroît de solde migratoire est sans doute très différent selon la provenance géographique des personnes et le type d'immigration (main-d'œuvre, regroupement familial...) » (INSEE, 2006a).

¹⁸⁷ *Il est toujours possible de sélectionner l'un des scénarios d'évolution de la taille moyenne des ménages de l'Insee (recalé en 2010 et extrapolé), ou encore de définir cette évolution de façon complètement exogène, mais en gardant à l'esprit l'impact fort du « vieillissement de la population ».*

Et :

$$Taille_moyenne_ménages(t) = \frac{Population_France(t)}{Nb_ménages(t)}$$

La Figure 11 illustre une projection à horizon 2060 de l'évolution du nombre de ménages, sous l'hypothèse de comportements de cohabitation (i.e. à taille de ménage) constants à âge et sexe donnés, et partant des hypothèses centrales de l'Insee pour la démographie et le solde migratoire. On constate ainsi que l'« effet âge », très marqué au début, s'affaiblit à partir de 2040 sans toutefois disparaître. On devine également qu'une simple stabilisation de la taille moyenne des ménages sur la période étudiée nécessiterait déjà une inversion significative de la tendance dans les comportements de cohabitation¹⁸⁸.

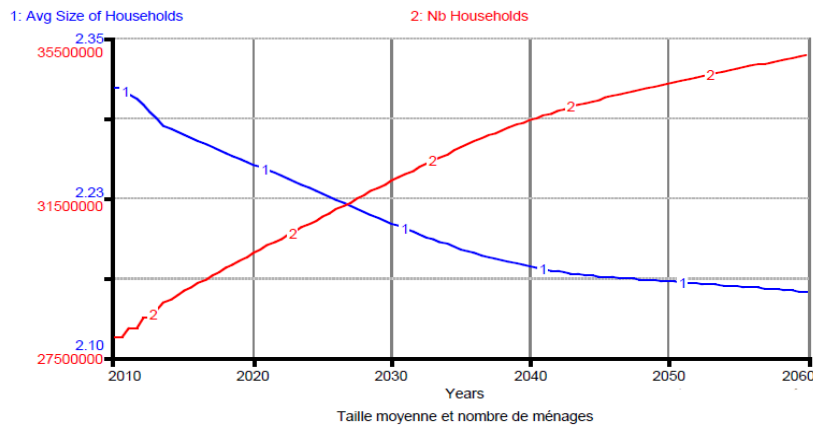


Figure 11 : Evolution de la taille moyenne et du nombre de ménages français à comportements de cohabitation constants à âge et sexe donnés

A l'avenir, une amélioration intéressante pourrait porter sur la désagrégation des ménages par type, ou par classe de taille (par exemple : personne seule, couple sans enfant, etc.), ce qui permettrait d'affiner la représentation de la demande, notamment à partir d'études plus approfondies sur les modes de vie.

¹⁸⁸ D'après l'Insee, toujours : « Ce n'est qu'en supposant un retour aux comportements de cohabitation de 1990 qu'à l'horizon 2030 la taille moyenne des ménages pourrait être comparable à ce qu'elle est aujourd'hui » (INSEE, 2006a).

4. L'analyse Entrées-Sorties

Le caractère profondément qualitatif des propositions de la Décroissance, dont nous essayons de capter une partie à travers la question économique fondamentale : « *que voulons-nous produire et consommer, et comment ?* », invite à explorer leurs conséquences *structurelles* sur l'économie, que seule une approche désagrégée permet d'appréhender. La décomposition sectorielle de l'économie implique toutefois de prendre en compte les multiples interrelations et dépendances directes et indirectes entre les différentes branches ou secteurs considérés.

Considérons l'exemple simplifié de l'activité de fabrication de voitures de nos jours : celle-ci implique tout d'abord de concevoir les technologies qui y seront incorporées, et de former le personnel à celles employées au cours de la production, ce qui relève respectivement des branches « recherche et développement scientifique » et « éducation ». La production des voitures, en soi, nécessite une certaine quantité de métaux (châssis, moteur, etc.) dont la fabrication relève de la branche métallurgie, ainsi que des pièces en caoutchouc (joints, pneus, etc.), en verre (pare-brise, vitres) et en plastique (habitacle, accastillage, etc.) provenant de la branche « produits minéraux non-métalliques ». Sont également utilisés des composants électriques (batterie) et électroniques (calculateurs de bord, etc.), du textile (sièges et habitacle), et divers autres produits issus des autres branches de l'industrie. Les processus de production consomment évidemment de l'électricité et de l'eau (fonctionnement des machines, etc.). La promotion des produits (campagnes publicitaires) fait appel à la branche « édition ». Enfin, l'organisation de la production dans son ensemble (gestion du personnel au sein d'une entreprise, financement de l'activité, etc.) fait appel à des activités administratives, des services financiers, ainsi que des activités juridiques et comptables, et d'autres encore, relevant des branches éponymes. Au final, c'est la quasi-totalité des branches de l'économie qui est *directement* mobilisée, chacune dans des proportions spécifiques, afin de permettre la production d'une quantité donnée de voitures.

Mais ce n'est pas tout. Ce type de description, selon laquelle chaque activité génère des *outputs* en consommant une certaine combinaison d'*inputs* provenant d'autres branches, peut être généralisé à l'ensemble de l'économie. Ainsi, réciproquement, certains des produits fabriqués par la branche « matériel de transport » (qui fabrique les voitures) sont destinés à d'autres branches de l'économie qui les emploieront dans le cadre de leur activité propre. Par ailleurs, la production des métaux utilisés pour la fabrication des voitures nécessite, outre des minerais provenant des industries extractives, de l'électricité par exemple. Celle-ci est produite par la branche correspondante, à partir de combustibles (charbon, nucléaire, pétrole, etc.) issus eux aussi des industries extractives - lesquelles en consomment également, d'ailleurs, tout comme de l'électricité... Et ainsi de suite. Nul besoin de développer davantage : on voit déjà se dessiner un réseau de liens complexe, un système d'éléments interdépendants, reliés entre eux directement, indirectement, ou les deux à la fois (Leontief, 1973).

L'analyse « entrées-sorties » (ou « *Input-Output* »), développée pour l'essentiel¹⁸⁹ à travers les travaux de Wassily Leontief [1906-1999], et déclinée depuis à travers divers types de modèles numériques¹⁹⁰, constitue alors la méthode la plus fonctionnelle à l'heure actuelle – si ce n'est la seule – permettant de rendre compte de ces interrelations dans un cadre macroéconomique, et d'évaluer d'éventuelles évolutions structurelles de l'économie *de manière quantitative*. Cette méthode, que nous adoptons ici, constitue en quelque sorte le pivot central de notre modèle, qui permet de traduire une demande donnée en activité économique pour les différentes branches, et ainsi de remonter par la suite aux impacts socio-économiques et environnementaux associés.

¹⁸⁹ On peut retrouver déjà, dans « *Le Tableau économique* » (1758) de François Quesnay (cité par Théré, 2008), fondateur de l'école des physiocrates, l'idée d'une représentation synthétique quantifiée des relations entre différentes branches de l'économie, que l'on peut considérer comme précurseur des « tableaux d'échange interindustriels » (ou « entrées-sorties »), utilisés pour l'analyse entrées-sorties.

¹⁹⁰ Dont, *entre autres*, les modèles d'équilibre général calculable.

4.1. Présentation de la logique de l'analyse entrées-sorties

Repartons de la description précédente, suivant laquelle chaque activité génère des *outputs* en consommant une certaine combinaison d'*inputs* issus en partie¹⁹¹ des différentes branches de l'économie. On peut alors considérer que la production (ou *output*) de chaque branche se compose, d'une part, de produits destinés à des emplois « finals » (consommation des ménages, investissement, etc.), et d'autre part, d'éventuels produits destinés à des usages « intermédiaires », c'est-à-dire mobilisés comme *inputs* lors de la production d'autres branches¹⁹².

Ainsi, pour une économie désagrégée en n branches, si l'on suppose que la production d'une unité de produits de chaque branche i nécessite en moyenne des quantités a_{ji} de produits « intermédiaires » (d' *input*) issus de chacune des n différentes branches j , alors le niveau de production (d' *output*) x_j de chaque branche j qui permet de satisfaire à la fois une demande finale y_j donnée et la demande intermédiaire des autres branches i peut s'écrire :

$$x_j = \sum_{i=1}^n (a_{ji} \cdot x_i) + y_j$$

Pour l'ensemble des n branches de l'économie, on obtient ainsi le système d'équations suivant :

$$\begin{cases} x_1 = (a_{11} \cdot x_1 + a_{12} \cdot x_2 + \dots + a_{1n} \cdot x_n) + y_1 \\ x_2 = (a_{21} \cdot x_1 + a_{22} \cdot x_2 + \dots + a_{2n} \cdot x_n) + y_2 \\ x_{\dots} = (a_{\dots 1} \cdot x_1 + a_{\dots 2} \cdot x_2 + \dots + a_{\dots n} \cdot x_n) + y_{\dots} \\ x_n = (a_{n1} \cdot x_1 + a_{n2} \cdot x_2 + \dots + a_{nn} \cdot x_n) + y_n \end{cases}$$

Production « intermédiaire », à destination des autres branches
Production à destination de la demande finale

Lequel peut également s'écrire sous forme matricielle :

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}$$

Soit:

$$[X] = [A][X] + [Y]$$

Ou encore :

$$[X] = [I - A]^{-1} \cdot [Y]$$

Où :

- $[X]$ est le vecteur de production (ou *output*) des différentes branches ;
- $[Y]$ est le vecteur de demande finale, c'est à dire la demande relative aux emplois finals (consommation des ménages, investissement, exports, etc.) de chaque type de produit.

¹⁹¹ Certains *inputs* nécessaires à la production ne proviennent d'aucune branche d'activité particulière, comme c'est le cas par exemple des ressources naturelles ou du travail. Ceux-ci sont alors appelés « facteurs primaires ».

¹⁹² Par convention, la comptabilité nationale distingue les « consommations intermédiaires » qui correspondent aux produits mobilisés au cours du processus de production pendant une durée inférieure à 1 an, des « investissements », qui correspondent aux produits utilisés au sein de la production pendant une durée d'au moins un an.

- $[A]$ est la matrice des *coefficients techniques* a_{ji} , qui correspondent à la quantité de produits (ou *input*) de la branche j utilisée pour la production d'une unité de produits (*output*) de la branche i ;
- $[I]$ est la matrice identité (ou diagonale unitaire) ;
- $[I - A]^{-1}$ est appelée « matrice inverse de Leontief » (*Leontief inverse* en anglais)

Sous condition que la matrice $[I - A]$ soit inversible, on peut alors résoudre cette équation pour $[X]$, et obtenir ainsi pour chaque branche de l'économie le *niveau de production nécessaire à la satisfaction d'une demande finale*¹⁹³ (globale) $[Y]$ donnée. Les résultats obtenus n'auront de sens, du point de vue économique, que si la matrice $[I - A]$ respecte les conditions de Hawkins-Simon (1949) concernant le caractère productif de l'économie¹⁹⁴, et sous réserve, évidemment, de disponibilité des facteurs primaires – c'est-à-dire ceux ne résultant de la production d'aucune branche, par exemple, les ressources naturelles ou encore la main d'œuvre. Les facteurs primaires n'apparaissent en effet pas nécessairement dans la représentation matricielle, ni dans les tableaux entrées-sorties, bien qu'ils puissent en pratique constituer un facteur limitant de l'économie.

Enfin, la valeur ajoutée y_i de chaque branche i , qui correspond à la production de la branche diminuée de l'ensemble de ses consommations intermédiaires, correspond à la demande en emplois finals et se retrouve par :

$$\text{Valeur_Ajoutée}_i = \text{Production}_i - \text{Total_Conso_Intermédiaires}_i$$

$$VA_i = x_i - \sum_{j=1}^n a_{ji} \cdot x_j = y_i$$

4.2. Principales limites de l'analyse entrées-sorties

L'élégance mathématique de la méthode se négocie toutefois au prix de quelques compromis. Tout d'abord, ceux-ci ont trait à la difficulté pratique de définir des branches *homogènes* – c'est-à-dire ne produisant qu'un seul type de produits – compte-tenu des divers processus économiques donnant lieu à des coproductions : des productions jointes ou combinées.

Une deuxième difficulté – qui n'est pas tout à fait indépendante de la première – réside dans l'établissement du tableau des entrées-sorties (TES)¹⁹⁵ utilisé pour évaluer la matrice des coefficients techniques : la nécessité d'agréger les productions individuelles de chaque branche à l'aide d'une unité de compte commune, sous

¹⁹³ L'utilisation de l'analyse entrées-sorties à des fins de simulations prospectives suppose donc implicitement un équilibre offre-demande. Les déséquilibres relevant surtout d'une dynamique conjoncturelle de court terme, et ce qui nous intéresse ici étant d'abord les évolutions structurelles de long terme, nous acceptons cette hypothèse forte.

¹⁹⁴ Les conditions de Hawkins-Simon pour une économie productive sont les suivantes:

$$\left\{ 1 - a_{11} > 0 ; \det \begin{vmatrix} 1 - a_{11} & -a_{12} \\ -a_{21} & 1 - a_{22} \end{vmatrix} > 0 ; \dots ; \det \begin{vmatrix} 1 - a_{11} & \dots & -a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ -a_{n1} & \dots & 1 - a_{nn} \end{vmatrix} > 0 \right\}$$

Le non-respect de ces conditions signifierait une économie improductive, c'est-à-dire qu'au moins une branche serait susceptible d'utiliser plus d'une unité d'*input* provenant d'une autre branche pour la production d'une seule unité d'*output*. Pour certaines valeurs de demande, ceci pourrait alors se traduire par des valeurs de production négatives, ce qui n'aurait pas de sens du point de vue économique.

¹⁹⁵ Le tableau entrées-sorties (TES) est un tableau synthétisant les échanges entre les différentes branches de l'économie au cours d'une période donnée, en général l'année, dans lequel chaque ligne décrit, pour une branche donnée, la répartition de ses produits entre les différentes branches et la consommation finale, tandis que chaque colonne correspond aux différents *inputs* d'une branche donnée. Le passage du TES à la matrice des coefficients techniques s'opère, pour l'essentiel, en divisant les valeurs de chaque colonne du TES par la production de la branche correspondante.

peine de devoir gérer une quantité phénoménale de données¹⁹⁶, conduit généralement à estimer et exprimer le tableau entrées-sorties en unité de valeur monétaire¹⁹⁷. Chaque valeur du TES reflète alors un produit "prix × quantité", qui conjugue et condense en une seule valeur à la fois une réalité physique (les quantités) et une réalité économique (les prix). Les coefficients techniques a_{ji} , calculées à partir du TES ne sont donc pas à proprement parler « purement techniques » ; ils dépendent des niveaux relatifs des prix, et par conséquent l'utilisation d'une matrice de coefficients techniques donnée se prête à des raisonnements à *prix constants*.

Plus fondamentalement, ceci nous amène à l'hypothèse critique – et critiquée –, de *fixité des coefficients techniques*. Car outre les prix, les quantités physiques d'*inputs* utilisées par une branche et leurs proportions respectives sont aussi susceptibles d'évoluer au cours du temps. De tels changements peuvent résulter d'effets d'échelle¹⁹⁸ (économies ou déséconomies d'échelle), d'effets de substitution entre différents *inputs* ou entre divers procédés permettant d'obtenir un même *output* (substitution motivée par la (l'in-)disponibilité des facteurs primaires, par une évolution des prix relatifs des *inputs*, ou prescrite par la réglementation – et donc sujette à l'action politique –, etc.), ou encore provenir d'une évolution de la nature des procédés de fabrication (ou de l'*output*) permise par le « progrès technique ». Dans le cadre d'une économie ouverte, se rajoute également l'effet d'une évolution de la part des imports dans les consommations intermédiaires, le calcul des coefficients techniques utilisés ne prenant en compte que les *inputs domestiques* (c'est-à-dire non importés) lorsque l'on s'intéresse à la production *domestique*. Autant d'éléments que le caractère cristallisé d'une fonction de production linéaire, faisant appel à des coefficients techniques fixes, ne permet pas de prendre en compte.

La question qui se pose alors est celle de l'ampleur des « erreurs » susceptibles de découler de tels compromis¹⁹⁹ – et à travers celle-ci, la question de l'horizon temporel de pertinence de la méthode à des fins d'analyse prospective. Un bref examen rétrospectif peut ici nous fournir quelques éléments de cadrage et de réflexion, même si rien ne permet d'affirmer que les évolutions futures seront comparables en ampleur à celles observées dans le passé.

¹⁹⁶ Sous la forme par exemple d'un tableau entrées-sorties de taille considérable, ou d'une superposition de plusieurs matrices de coefficients techniques, chacune relatives à un type de produit ou de commodité. Encore faut-il que les données correspondantes soient disponibles en pratique... Le développement de bases de données de plus en plus riches, et les possibilités de calcul offertes par l'informatique moderne, semblent toutefois rendre ce type d'approches envisageables désormais. Celles-ci pourraient par exemple se révéler intéressantes pour l'analyse des flux de matériaux dans l'économie, et pour développer des approches de type « analyse de cycles de vie » à l'échelle des branches (voir par exemple : Hawkins et al., 2007).

¹⁹⁷ Notons qu'il serait tout aussi envisageable d'exprimer le TES en unité de temps de travail, ce qui serait loin d'être inintéressant.

¹⁹⁸ Il existe notamment des cas particuliers « extrêmes » dans lesquels aucune production ne peut avoir lieu sans l'installation préalable d'une importante infrastructure (par exemple pour un réseau téléphonique, un réseau ferré, un barrage hydro-électrique...), ce qui ne rentre pas en compte dans une fonction de production par proportions fixes (Christ, 1955).

¹⁹⁹ Les éléments mentionnés ici constituent les principaux axes des critiques adressées à l'analyse entrées-sorties. Le lecteur intéressé pourra trouver dans Christ (1955) une exploration des questions relatives à la sensibilité des résultats aux erreurs sur les données initiales (ici comme pour tout autre modèle, s'applique la logique « *Garbage In - Garbage Out* » (GIGO dans le jargon de la modélisation) – ce qui est une autre forme de relation entrées-sorties...).

4.3. Analyse rétrospective de sensibilité à l'évolution de la matrice des coefficients techniques

Calculons par exemple, à partir du TES 38 branches fourni par l'INSEE²⁰⁰, la matrice des coefficients techniques $[A]$ de l'année 1978²⁰¹, et utilisons-la pour évaluer les vecteurs de production $[X]$ (d'*output*) des années ultérieures, à partir des demandes finales $[Y]$ observées. La Figure 13 présente alors l'erreur relative commise pour chaque branche et pour différentes années : sans surprise, le plus souvent, celle-ci augmente en valeur absolue au fur et à mesure que l'on s'écarte de l'année d'estimation des coefficients techniques. Sur une période de 35 ans, l'erreur dépasse 30% pour 8 branches, essentiellement pour l'agriculture – production surestimée de 87% - et des branches de l'industrie. En termes de production totale *agrégée* (ou d'*output* total), l'erreur reste cependant limitée à 5-6 % en moyenne sur cette période.

En étendant l'examen à une période de 50 ans à partir du TES en nomenclature 17 branches de 1963 (conformément à l'horizon temporel choisi pour notre étude (2060)), nous obtenons, pour les années les plus récentes, des « erreurs » supérieures à +40% pour la plupart des branches industrielles, et atteignant près de +180% pour l'agriculture – conséquence des transformations profondes de ce secteur – liées notamment à la révolution verte – et de ses débouchés. En termes d'*output* total, l'utilisation des coefficients techniques de 1968 conduit à une surestimation de près de 15% au maximum sur la période considérée (Figure 12).

Symétriquement, à titre illustratif, la Figure 14 présente les différents vecteurs de production $[X]$ obtenus pour une même demande finale $[Y]$ correspondant à celle de 2013, à partir de matrices de coefficient techniques $[A]$ (nomenclature 38 branches) relatives à différentes années réparties entre 1978 et 2013.

En conclusion, si la structure globale des relations interbranches est restée plus ou moins comparable sur la période considérée, ces quelques résultats reflètent néanmoins d'importantes mutations, dans les prix et dans les procédés, survenues au cours des dernières décennies dans plusieurs branches de l'économie, en particulier dans l'agriculture et l'industrie. Ces éléments, d'une part, soulignent la sensibilité des modèles entrées-sorties à l'année de calibration de la matrice des coefficients techniques (*i.e.* l'année dont dépend l'état des techniques et la conjoncture des prix). D'autre part - et surtout -, ils nous invitent à relativiser la valeur des résultats de l'analyse entrées-sorties *pour le long terme*, rien ne permettant d'exclure *a priori* l'hypothèse de nouvelles mutations profondes dans les décennies à venir²⁰². En dépit de ses limites qu'il convient de garder à l'esprit, cette méthode nous semble néanmoins plus robuste et plus riche qu'une approche agrégée, et, de par la possibilité qu'elle offre d'appréhender d'éventuelles évolutions structurelles, elle nous apparaît certainement plus appropriée pour la modélisation de scénarios « de type Décroissance ». C'est pourquoi nous l'adoptons ici.

²⁰⁰ Les TES pour la France sont disponibles à l'adresse suivante :

http://www.insee.fr/fr/themes/theme.asp?theme=16&sous_theme=5.5

²⁰¹ Les TES en nomenclature 38 branches ne sont disponibles qu'à partir de l'année 1978. Les tableaux des années précédentes ne sont disponibles qu'en nomenclature 17 branches (à partir de 1959).

²⁰² D'après cette brève étude rétrospective, on pourrait être enclin à penser que l'analyse entrées-sorties gagne en robustesse pour les économies fortement « tertiariées », par rapport aux économies industrielles et agricoles, étant donné les évolutions plus faibles observées pour les branches des services. Néanmoins, là encore, on ne peut exclure que les services soient à leur tour, dans le futur, sujets à des mutations de même ampleur que celles qui ont affecté l'industrie et l'agriculture durant la deuxième moitié du XX^e siècle.

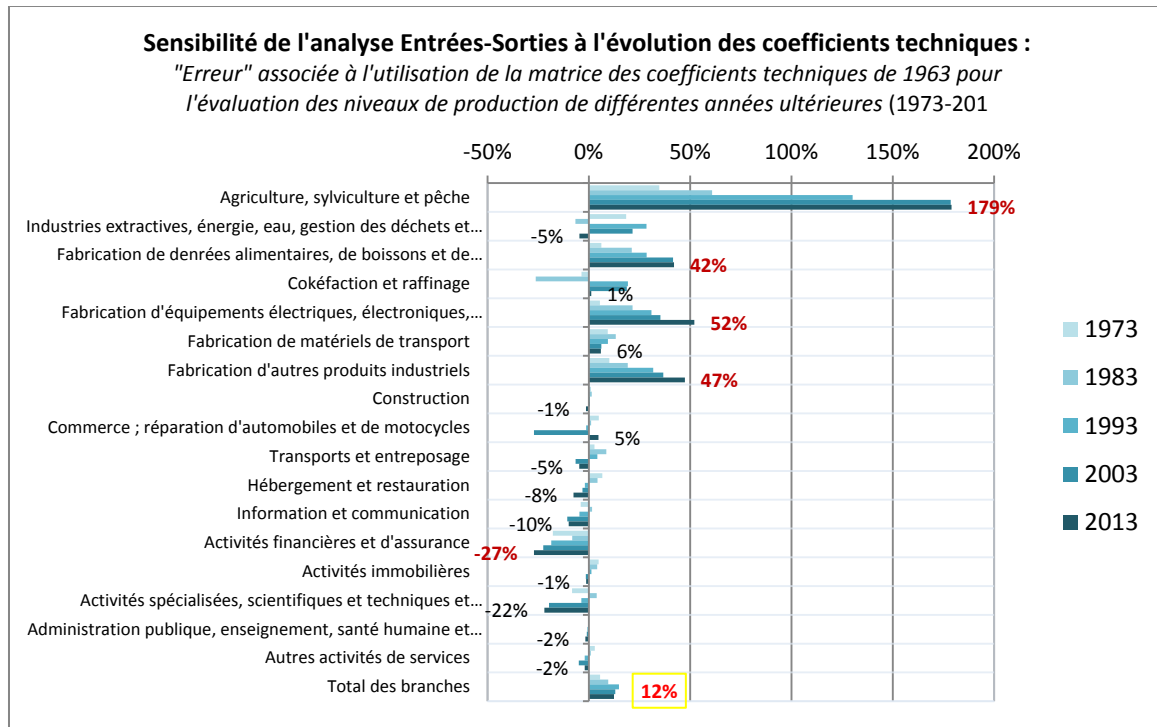


Figure 12 - Sensibilité de l'analyse Entrées-Sorties à l'évolution des coefficients techniques période 1963-2013 (17 branches)

Sensibilité de l'analyse Entrées-Sorties à l'évolution des coefficients techniques :
*"Erreur" associée à l'utilisation de la matrice des coefficients techniques de 1978 pour l'évaluation
des niveaux de production de différentes années ultérieures (1983-20)*

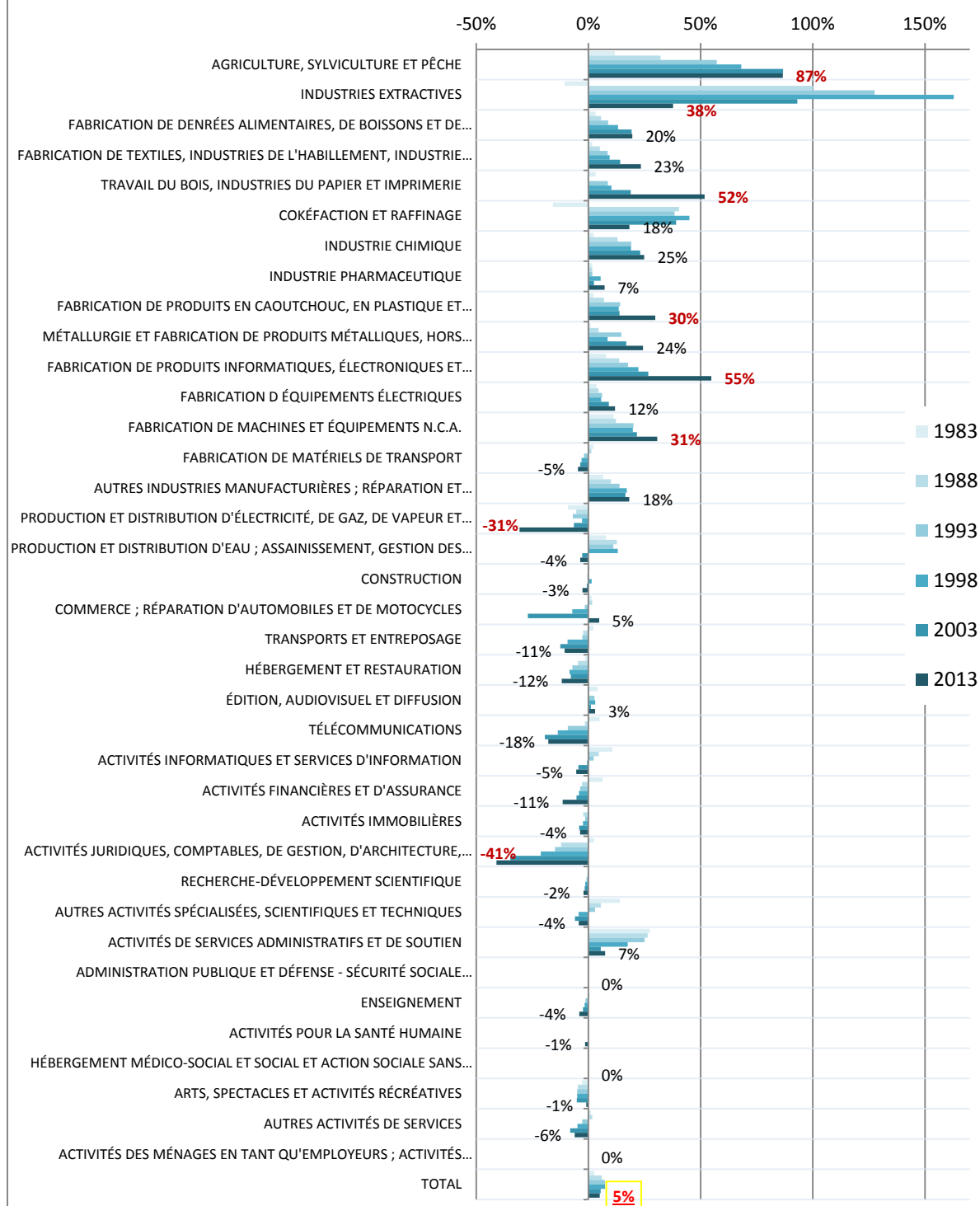


Figure 13 : Sensibilité de l'analyse Entrées-Sorties à l'évolution des coefficients techniques période 1978-2013 (37 branches)

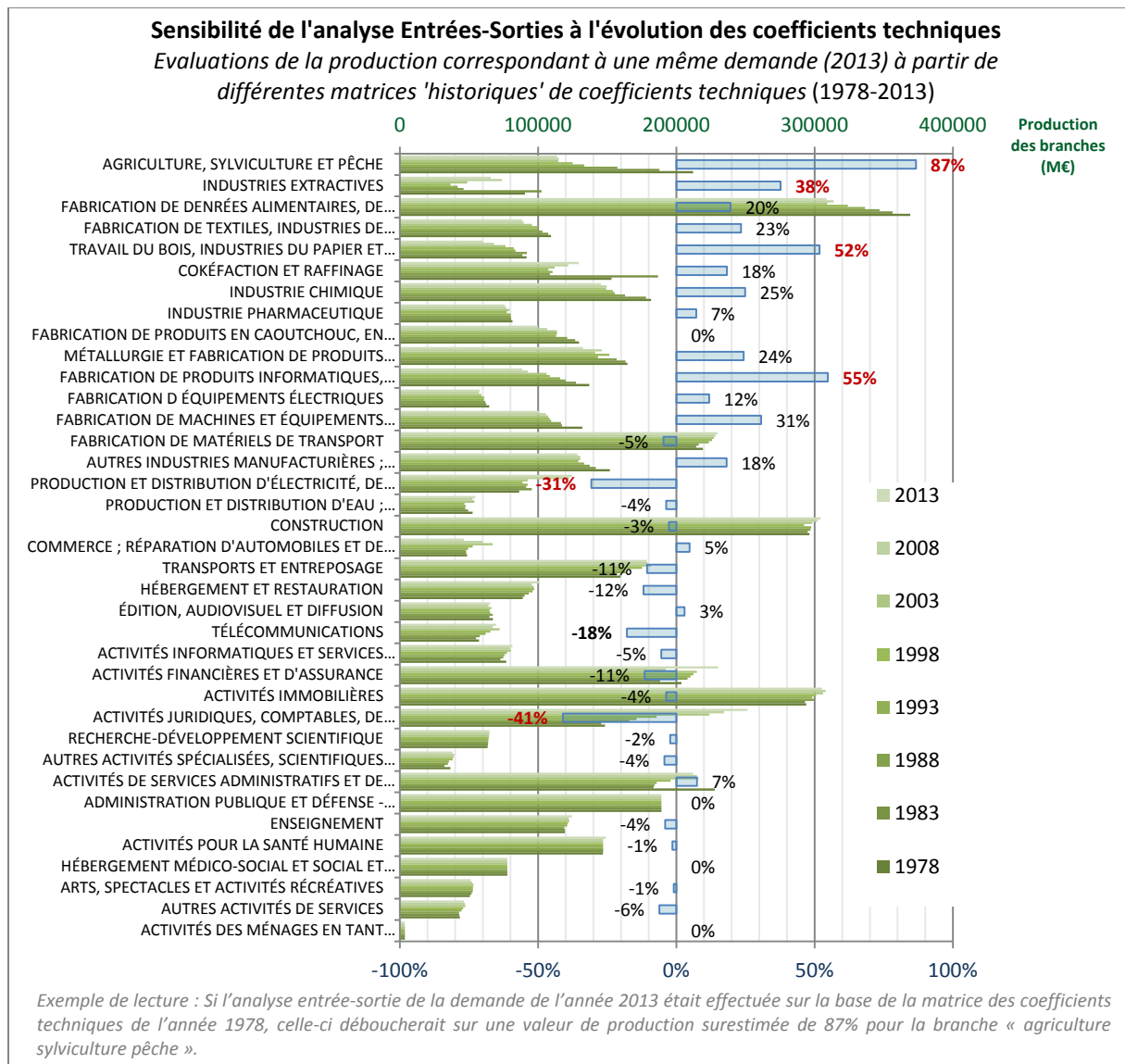


Figure 14 : Sensibilité de l'analyse Entrées-Sorties à l'évolution des coefficients techniques

4.4. L'absence de prise en compte endogène des effets-prix

Soulignons dans cette approche l'absence de mécanisme endogène de prise en compte des effets d'une variation des prix relatifs (par exemple : l'élasticité de la demande de chaque branche en *inputs*, ou les effets de substitution). C'est notamment l'une des raisons théoriques qui a motivé dans les années 1970 le développement des modèles d'équilibre général calculable (EGC), lesquels cherchent souvent à rendre compte de tels effets *via* des hypothèses d'élasticité (élasticités-prix simples et élasticités prix croisés²⁰³). Toutefois, à supposer que l'on puisse estimer proprement des valeurs d'élasticités en pratique – ce qui implique d'être en mesure d'isoler dans les données l'effet prix *de l'ensemble* des autres éléments susceptibles de jouer sur les prix ou la demande²⁰⁴ –, ces estimations resteraient *ponctuelles* et seraient susceptibles de perdre leur validité dès que l'on s'écarte trop de leur point d'estimation²⁰⁵. Elles peuvent par exemple devenir obsolètes pour des niveaux de prix sans précédent, pour des variations particulièrement lentes ou rapides de ceux-ci, ou encore dans le cas de transformations du contexte socio-économique global, et plus particulièrement des logiques comportementales. Car l'utilisation d'hypothèses d'élasticités figées équivaut implicitement à adopter l'hypothèse conservatrice d'immuabilité des arbitrages et des comportements (d'optimisation) économique dont elles découlent. On ne saurait donc qualifier de robustes de telles tentatives de prise en compte des effets induits par les variations des prix relatifs.

On peut par ailleurs se poser la question de l'intérêt de telles tentatives, au regard de l'imprévisibilité notoire des causes, à savoir l'évolution des prix eux-mêmes – y compris à court terme. L'exemple du prix du pétrole, dont le poids économique a été souligné à plusieurs occasions dans l'histoire (1973-74 ; 1979-80), et dont les effets structurels sur l'économie font, depuis, l'objet d'une attention soutenue (par exemple : Kergueris and Saunier, 2005), est à ce titre assez éloquent. La figure 15 propose par exemple une synthèse rétrospective de différentes projections de prix du baril émises pour l'essentiel par l'Agence Internationale de l'Energie (AIE)²⁰⁶ depuis 1990, en comparaison des cours réels observés. On y constate à la fois une volatilité insaisissable des prix à court terme, et l'aveu d'une incertitude patente et considérable sur leur évolution à moyen et long terme. Ce qui ne surprend guère compte tenu de la multiplicité de facteurs contingents qui participent à la formation des prix²⁰⁷ (figure 16), et qui vouent à l'échec toute entreprise de modélisation prédictive de leur évolution.

²⁰³ L'élasticité-prix correspond au rapport entre la variation relative de la demande d'un produit et la variation relative du prix de ce produit. Elle est généralement négative, sauf dans certains cas particuliers, par exemple : effet de snobisme et de démonstration (« biens de Veblen »), ou de réorientation de budget par substitution aux autres consommations, dans le cas de biens de première nécessité (« biens de Giffen »).

L'élasticité-prix croisés correspond quant à elle au rapport entre la variation relative de la demande d'un produit A et celle du prix d'un produit B. Une valeur positive traduit en général une substituabilité entre les deux produits A et B, une valeur négative reflète une complémentarité, tandis qu'une valeur nulle signifie que les demandes des deux produits sont indépendantes.

²⁰⁴ Il faudrait encore, pour bien faire, envisager des élasticités non-linéaires, prendre en compte d'éventuels effets de seuils, distinguer dans certains cas les élasticités-prix à court et à long terme, à la hausse et à la baisse, prendre en compte d'éventuels effets d'hystérésis, d'inertie, voire d'irréversibilité (liés par exemple à des « dépendances au sentier » technologiques), etc. Autant d'éléments généralement délaissés au profit de l'utilisation d'un coefficient d'élasticité unique, tant le travail requis pour leur estimation serait disproportionné au regard de leur fragilité, et tant leur implémentation complexifierait les modèles – ainsi que leur résolution numérique (optimisation non-linéaire).

²⁰⁵ Elles se rapportent inévitablement à un contexte socio-économique (et réglementaire) donné, à une fourchette de prix restreinte (celle correspondant à la période d'estimation), à certains rythmes d'évolution des prix (ceux observés sur la période d'estimation), etc.

²⁰⁶ Les projections sont pour la plupart issues des différentes éditions annuelles du *World Energy Outlook*, qui fait office de publication de référence dans le domaine de l'énergie [<http://www.worldenergyoutlook.org/>].

²⁰⁷ On mentionnera par exemple, pour le court terme, les troubles géopolitiques et politiques (guerres, grèves, etc.), les événements climatiques extrêmes, les accidents, les stratégies de cartel et autres effets oligopolistiques, ou encore les interactions de plus en plus nombreuses et complexes entre les différents marchés (spot, gré-à-gré, à terme, etc.) ; à plus long terme : la mise ou non en exploitation de réserves non-conventionnelles, des politiques énergétiques de maîtrise de la demande, l'évolution de l'activité économique mondiale, ...

Résumons donc : incertitude profonde sur les évolutions des prix d'une part; et d'autre part, fragilité des méthodes de modélisation macroéconomique de leurs effets à long terme. Aussi, nous faisons le choix, conformément à l'approche prospective poursuivie ici, de ne pas complexifier inutilement notre modèle afin de préserver l'intelligibilité des résultats, et n'y incluons donc pas de mécanisme endogène de formation des prix ni de répercussion de leurs effets sur la structure productive de l'économie. Il ne faut pas voir ici l'intention de nier l'existence des effets prix, ni d'en minimiser l'importance par simplisme, mais bien au contraire de leur reconnaître une complexité qui rend fragile, sinon illusoire, toute tentative de représentation endogène à moyen terme. Le danger potentiel, de notre point de vue, résiderait précisément dans l'illusion d'avoir restreint l'incertitude relative à ces effets, au risque de se dispenser d'une réflexion plus approfondie, sous prétexte d'en avoir proposé une modélisation mathématique. Risque d'autant plus problématique que la complexification du modèle qui en résulterait est susceptible de compromettre son appropriation par les « non-experts ». Nous préférons à la place laisser l'utilisateur du modèle libre de renseigner toute hypothèse relative à l'évolution temporelle des coefficients techniques de la matrice $[A]$ – que ce soit sous l'effet des prix, du progrès technique ou de la réglementation – de manière exogène. L'élaboration de ces hypothèses pourrait par exemple à l'avenir faire l'objet d'approches sectorielles, à travers des discussions entre « experts » de différentes branches de l'économie, voire entre simples usagers du bon sens²⁰⁸.

²⁰⁸ Dont Descartes (1637) disait qu'il était « *la chose du monde la mieux partagée : car chacun pense en être si bien pourvu, que ceux même qui sont les plus difficiles à contenter en toute autre chose, n'ont point coutume d'en désirer plus qu'ils en ont* »...

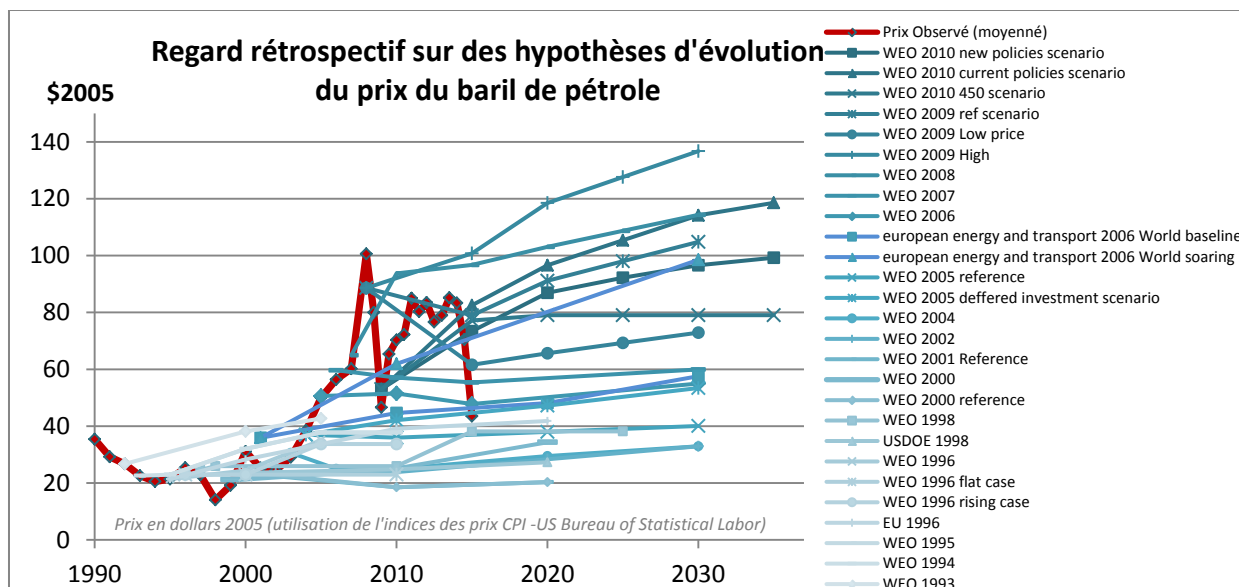


Figure 15 : Regard rétrospectif sur des hypothèses d'évolution du prix du baril de pétrole

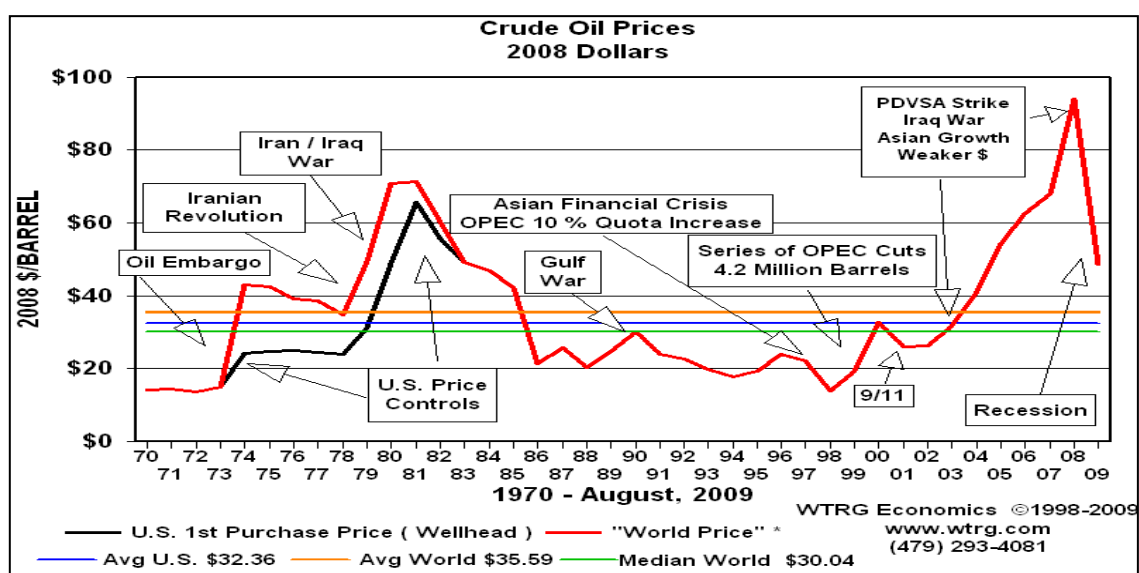


Figure 16 : Evolution du prix du baril de brut de 1970 à 2009 et facteurs contingents (source : WTRG Economics, 2011)

4.5. Choix de la nomenclature et données utilisées

Notons enfin que la robustesse des analyses entrées-sorties n'est pas indépendante du choix délicat de la nomenclature utilisée pour la définition des branches, ni de son niveau de détail. En particulier, plus celle-ci présentera un niveau de désagrégation élevé, plus nous serons à même de capter et de rendre compte d'éventuels effets de structure susceptibles de découler de nos scénarios. Néanmoins, avec une désagrégation plus fine augmente aussi en théorie: d'une part le risque d'obsolescence des catégories considérées, par disparition ou –plus problématique– apparition d'activités spécifiques ; et d'autre part l'incertitude relative sur les données initiales²⁰⁹.

Nous optons, dans le cadre de cette étude, pour le niveau A38 (38 branches) de la nomenclature d'activités NAF Rev.2 utilisée par l'INSEE²¹⁰, qui correspond au niveau le plus fin disponible publiquement pour la majorité des données de la comptabilité nationale (notamment en ce qui concerne les tableaux entrées-sorties, mais aussi l'emploi, les stocks d'actifs, etc.). Ce niveau de nomenclature constitue par ailleurs un arrangement intermédiaire international coïncidant avec la nomenclature d'activité employée par Eurostat pour les statistiques européennes (NACE Rev.2), que nous exploiterons notamment pour les données relatives aux impacts environnementaux.

Soulignons ici un point essentiel : la comptabilité nationale constitue à l'heure actuelle la seule base de données macroéconomiques publique adaptée à l'analyse entrées-sorties, et c'est pour cette raison que nous l'adoptons. Or le choix d'un tel cadre statistique n'est pas anodin, bien au contraire. La description de la réalité que ce cadre propose - inévitablement partielle et subjective par définition - repose sur un jeu de conventions particulières, issues d'un long processus de *négociation et de traduction*, et qui résultent d'une articulation complexe, entre valeurs, croyances et idéologies, et considérations pratiques (que *doit-on* "mesurer" ? que *peut-on* "mesurer" ? et *comment* ?). Ces conventions sont donc toujours susceptibles de critiques, comme l'a d'ailleurs montré le débat autour de l'indicateur phare qui en émane : le PIB (e.g. Gadrey and Jany-Catrice, 2005b; STIGLITZ et al., 2009). Peut-être davantage que des questions de méthodes – dont les enjeux ne sont pas négligeables du reste²¹¹ –, c'est un problème de *périmètre* qui nous semblerait particulièrement critique ici. Car par convention, la comptabilité nationale ne se rapporte qu'à la dimension « monétarisable » et monétarisée de l'économie, laissant ainsi dans l'ombre un pan entier de celle-ci. Dès lors, le cadrage qu'elle propose ne permet pas d'appréhender la sphère informelle et non-monétaire de l'économie, et en particulier cette autre dimension structurante de la société : celle du don et de la réciprocité, dont Mauss (2002(1925)), et à sa suite le Mouvement Antiutilitariste dans les Sciences Sociales (M.A.U.S.S.), ont relevé l'universalité et souligné le rôle fondamental. Une dimension que les partisans de la Décroissance proposent justement de revisiter à travers une *sortie de l'économicisme* (Gollain et al., 2008). Dans notre cas, au regard de l'étude de scénarios de type Décroissance, l'utilisation de ce cadre statistique restrictif constitue à nos yeux une faiblesse tout autant pénalisante et limitative – sinon davantage encore – que les autres limites évoquées précédemment, mais que l'absence d'autres données mobilisables par un modèle numérique ne permet pas de combler. S'il est un axe de recherche qui mériterait d'être poursuivi en priorité, c'est peut-être celui de l'interface et de l'articulation possible entre ces deux dimensions, celle de l'échange marchand et celle du don.

²⁰⁹ Dans une note méthodologique de la base 2000, l'INSEE estimait qu'au niveau de nomenclature 118 produits, 65% de la consommation intermédiaire était assez bien évaluée au sein du tableau d'échanges interindustriels, cette part concernant surtout les consommations de l'industrie, tandis que celles des services étaient considérées « *plus imprécises* » (Braibant, 2008, p. 24)

²¹⁰ Nous remercions au passage les comptables nationaux de s'être chargés de la tâche délicate, car toujours contestable, de définition des branches de la nomenclature, et du travail colossal de construction des tableaux des entrées-sorties que nous utilisons ici.

²¹¹ Le passage des comptes nationaux de la base 2005 à la base 2010, qui s'est traduit par une réévaluation du niveau du PIB de 3.2% (INSEE, 2014a), n'est qu'une illustration minime de la dépendance des données aux conventions comptables ; mais une illustration qui invite déjà à relativiser la question de la "précision" des données initiales, et par conséquent l'intérêt d'une complexification des modèles numériques qui les utilisent.

5. La Demande finale Totale

La demande finale totale [Y], qui constitue le paramètre directeur de l'analyse entrées-sorties, correspond dans le langage de la comptabilité nationale aux « emplois finals », lesquels se composent essentiellement :

- De la **consommation finale**, qui inclut les dépenses de consommations finales des ménages, des administrations publiques et des instituts sans but lucratif au service des ménages (ISBLSM) – (≈61% de la demande finale totale en 2011);
- de la **formation brute de capital**²¹² – couramment appelée investissement – (≈17% de la demande finale totale en 2011) ;
- et des **exportations** – (≈22% de la demande finale totale en 2011).

Les parts respectives de ces trois composantes varient fortement d'une branche à l'autre (Figure 17). Aucune n'étant négligeable, nous aborderons chacune d'entre elles en détail dans les paragraphes qui suivent.

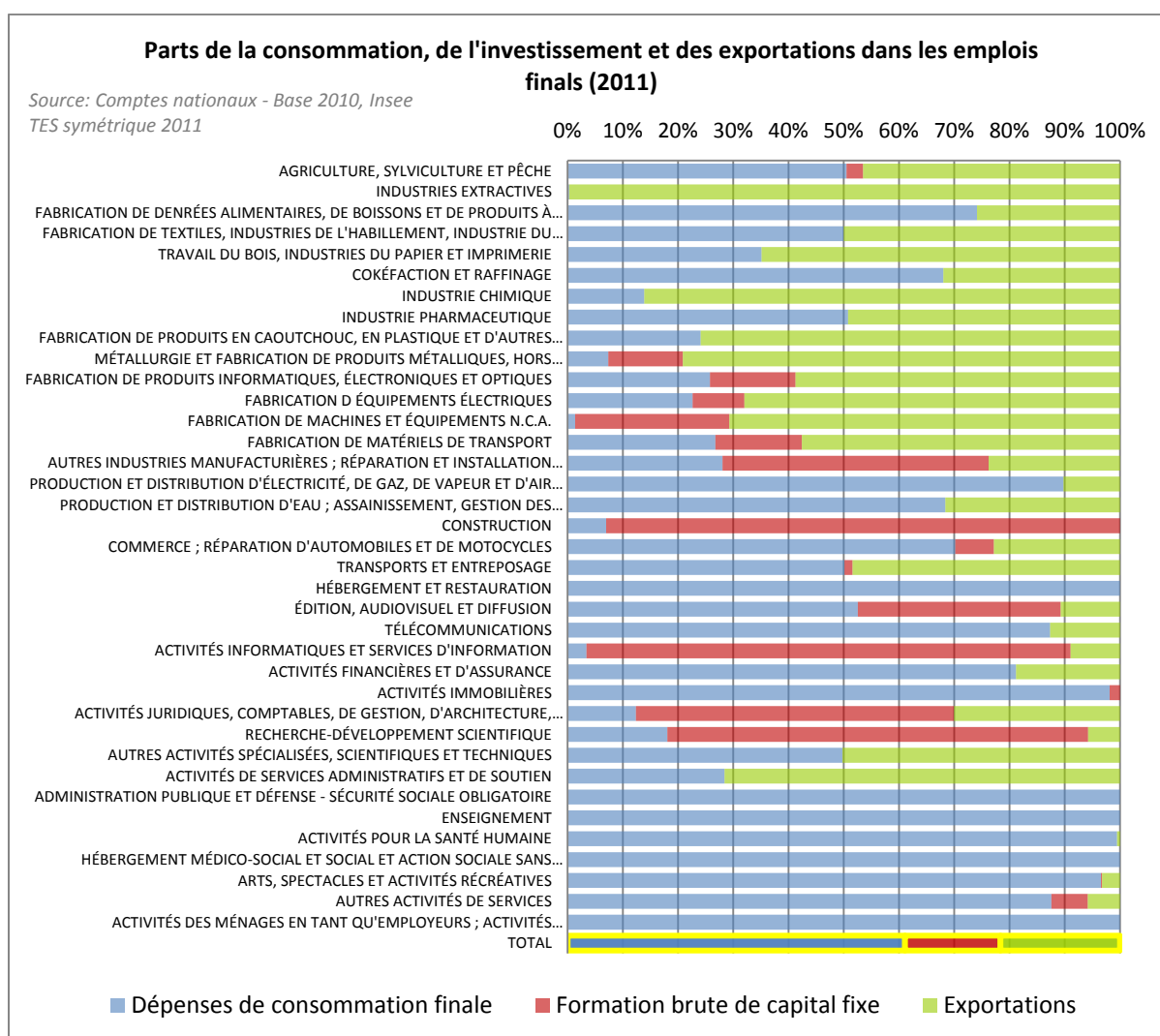


Figure 17 : Parts de la consommation, de l'investissement et des exportations dans les emplois finals pour chaque branche (2011)

²¹² Nous ne prendrons en compte que la formation brute de capital *fixe* ici, et posons l'hypothèse que les variations de stocks et les acquisitions moins cessions d'objets de valeur s'équilibrent plus ou moins et n'influent pas sur la tendance générale.

5.1. Consommation finale

Composante principale de la demande finale avec plus de 60% du total, la consommation finale en est aussi la plus *organique* : elle est pour l'essentiel le fait des ménages, et dans une moindre mesure, des administrations publiques. Elle est, dans sa structure, dans sa nature et dans son volume, le reflet de *choix* individuels et collectifs, plus ou moins conscients et réfléchis²¹³, plus ou moins contraints²¹⁴ également, en matière de modes de vie et de façons de faire société. Aussi, dans la mesure où ces choix se rapportent à nos modes d'existence *au sein d'une société* et à l'organisation d'un « vivre ensemble », elle possède une dimension fondamentalement *politique*, et doit donc être appréhendée comme un *levier d'action* politique et comportemental dont la population est susceptible de se saisir. Ainsi, en tant que levier, la consommation finale est à considérer comme un paramètre *essentiellement exogène*. Telle est l'approche adoptée ici. Les hypothèses s'y rapportant pourront notamment être issues des entretiens présentés au *Chapitre 3*, qui se proposaient d'en expliciter plusieurs variantes.

Nous appréhendons ici la consommation finale à un niveau de désagrégation par produits très élevé : au total, près de 200 postes, correspondant à un arrangement des nomenclatures détaillées de la comptabilité nationale²¹⁵. Chaque poste de consommation est traité de manière spécifique.

Pour un grand nombre de postes, la consommation est *par défaut* affectée aux individus ou aux ménages – parfois en partie aux deux – selon la nature du poste considéré²¹⁶, et son volume est supposé *par défaut* évoluer proportionnellement à leur nombre. *L'utilisateur est libre de faire évoluer le volume de consommation par personne ou par ménage dans le temps de manière exogène : ou bien directement, ou bien par le biais d'hypothèses d'évolution des taux d'équipements et de durée de vie des biens.*

D'autres postes ont donné lieu à des développements particuliers, visant par exemple à intégrer des effets de structure démographique (par exemple : modèle à cohortes pour l'éducation, la santé, module de besoins métaboliques pour l'alimentation, etc.).

Certains postes encore, pour lesquels existe une relation de complémentarité ou de causalité que nous jugeons suffisamment robuste et difficilement contournable, peuvent être directement reliés entre eux, ou à d'autres paramètres du modèle. C'est le cas des consommations induites ou fatales, comme, par exemple, les consommations de pneumatiques et de lubrifiants, définies ici en fonction du kilométrage total du parc de véhicules.

Enfin, des possibilités de substitution (*trade-off*) sont parfois proposées à l'utilisateur (notamment entre les consommations d'achat de certains biens, et celles de services de réparation de ces mêmes biens).

Au final, chaque poste est décrit par une forme hybride d'hypothèses exogènes et de connections internes au modèle – donc plus ou moins endogènes. Ces dernières visent essentiellement à intégrer, quand cela est possible, d'éventuels effets structurels, comme par exemple ceux de la démographie, difficiles à estimer intuitivement ou susceptibles d'être omis lors de l'élaboration de scénarios, et à assurer une certaine cohérence entre les hypothèses qui les composent. Il s'agit notamment de faciliter la tâche généralement longue et fastidieuse d'implémentation des scénarios dans le modèle²¹⁷.

Dans tous les cas, pour chaque poste, le modèle autorise une certaine flexibilité, permettant à l'utilisateur d'intervenir sur l'intensité des consommations. Si nécessaire, la facilité d'utilisation de la plateforme STELLA

²¹³ Comme le note Bourdieu (1996), on voit souvent advenir dans le monde social des choses qui n'ont jamais été pensées ni voulues comme telles par qui que ce soit, même si elles peuvent *sembler* avoir été voulues.

²¹⁴ Avec, en ce qui concerne ce caractère « contraint », toute l'ambiguïté d'une forme de « constructivisme structuraliste », pour reprendre la notion de Bourdieu (1987) : les choix des acteurs étant contraints par des structures qui sont aussi le produit de leurs actions.

²¹⁵ Ceux-ci sont ensuite agrégés en 37 branches, pour correspondre au niveau de désagrégation de l'analyse entrées-sorties.

²¹⁶ Par exemple les vêtements sont affectés aux individus, les lave-linges aux ménages, etc.

²¹⁷ Au risque toutefois de simplifier celle de leur élaboration en réduisant le nombre d'hypothèses à expliciter.

permet généralement de modifier le modèle et de l'adapter relativement rapidement à des hypothèses contrastées, qui n'auraient pas été anticipées lors de son développement initial.

Les Tableau 4 et Tableau 5 ci-dessous présentent la structure désagrégée retenue pour la modélisation de la consommation finale effective des ménages et des administrations publiques²¹⁸, et décrivent pour chaque poste les hypothèses de travail adoptées par défaut. Le niveau de désagrégation proposé pour ce secteur a nécessité une quantité de travail non-négligeable.

²¹⁸ En ce qui concerne les administrations publiques, les hypothèses de modélisations ont été établies sur la base de (INSEE et al., 2015) à partir du contenu désagrégé de chaque branche

Tableau 4 : Structure désagrégée employée pour la modélisation de la consommation finale effective des ménages

	Branche			Hypothèses de modélisation	Mds€ en 2010
AZ	Agriculture, sylviculture et pêche 30.0 Mds€	Culture et production animale, chasse et services annexes	Pommes de terre	<p>➤ Pour l'ensemble des postes alimentaires :</p> <p>Modèle métabolique de besoins énergétiques (à cohortes) :</p> $BesoinM\acute{e}tabolicTotal = \sum_{sexe\ s, \acute{a}ge\ a} [Eg_{s,a} + (BMR_{s,a} \times PAL_{s,a})] \times Population_{s,a}$ <p>Avec :</p> <ul style="list-style-type: none"> - $Eg_{s,a}$: Apport d'énergie nécessaire à la croissance de l'organisme d'une personne de sexe s et d'âge a (concerne enfants et adolescents) - $BMR_{s,a}$: « Basal Metabolic Rate » : Taux minimum de dépense énergétique compatible avec la vie pour une personne de sexe s et d'âge a - $PAL_{s,a}$: « Physical Activity Level » : Niveau d'activité physique moyen d'une personne de sexe s et d'âge a, calculé comme le ratio : dépense énergétique totale (TEE) / BMR. On a donc : $BMR \times PAL = TEE$ <p>(Source des données utilisées : World Health Organization et al., 2004)</p>	1.78
			Légumes à cosse et légumes secs		0.09
			Légumes frais		9.28
			Plantes et fleurs		5.16
			Fruits		8.4
			Œufs		1.13
			Miel		0.2
			Animaux de compagnie	Proportionnel à la population par défaut	0.31

		Sylviculture et exploitation forestière	(Comprend le bois de chauffage)	Proportionnel à la consommation finale totale d'énergie de type bois du secteur résidentiel (cf. secteur énergie-résidentiel)		1.18	
		Pêche et aquaculture	-Par défaut : Proportionnel au besoin métabolique total de la population (cf. culture) ; -Prise en compte d'éventuelles évolutions des taux de pertes et gaspillages alimentaires			2.55	
CA	Fabrication de denrées alimentaires, de boissons et de produits à base de tabac <i>157.9 Mds€</i>	Industries alimentaires	Transformation & conserv. viande & préparation prod. à base de viande		-Par défaut : Proportionnel au besoin métabolique total de la population (cf. culture) ; -Modifiable par l'utilisateur pour chaque sous-classe de produits -Prise en compte d'éventuelles évolutions des taux de pertes et gaspillages alimentaires des différents types de denrées	32.55	
			Transformation. & conserv. poisson, crustacés & mollusques			5.62	
			Transformation et conservation de fruits et légumes			9.1	
			Fabrication d'huiles et graisses végétales et animales			1.58	
			Fabrication de produits laitiers			20.09	
			Travail des grains - fabrication de produits amylacés			1.85	
			Fabrication produits boulangerie-pâtisserie & pâtes alimentaires			18.18	
			Autres produits alimentaires			24.0	
		Aliments pour animaux	Par défaut : Evolue comme la consommation « Animaux de compagnie » (cf. AZ)			2.33	
		Fabrication de boissons	Boissons alcoolisées	Par défaut : Proportionnel au besoin métabolique total de la population (cf. culture)			18.13
			Eaux minérales et boissons rafraîchissantes				6.16
			Fabrication de produits à base de tabac	Par défaut : proportionnel à la population de 12 ans et plus			18.37
CB	Fabrication de textiles, industries de l'habillement, industrie du cuir et de la chaussure <i>50.4 Mds€</i>	Fabrication de textiles	Par défaut : proportionnel à la population			4.44	
		Industrie de l'habillement	- Par défaut : proportionnel à la population - Possibilité de rediriger une fraction de la consommation vers la branche SZ (réparation de biens personnels)			34.43	
		Industrie du cuir et de la chaussure	Articles de voyage, de maroquinerie et de sellerie	- Par défaut : proportionnel à la population - Possibilité de rediriger une fraction de la consommation vers la branche SZ (réparation de chaussures et articles en cuir)			2.76

			Chaussures en cuir ou textile		8.79
CC	Travail du bois, industries du papier et imprimerie 6.5 Mds€	Travail du bois - fabrication d'articles en bois et en liège (sauf meubles), vannerie et sparterie		Par défaut : proportionnel au nombre de ménages	1.47
		Industrie du papier et du carton	Ouates, articles en papier à usage sanitaire ou domestique	Par défaut : proportionnel à la population	3.31
			Articles de papeterie		1.16
			Papiers peints et autres articles en papier ou en carton		0.53
CD	Cokéfaction et raffinage 43.8 Mds€	Charbon, agglomérés & briquettes de houille		Evolue comme les consommations d'énergie finale correspondantes du secteur résidentiel	0.05
		Fioul Domestique			6.51
		GPL		Evolue comme la somme des consommations d'énergie finale correspondantes des transports privés de passagers (motos, voitures particulières) et du secteur résidentiel	1.95
		Essence		Evolue comme les consommations d'énergie finale correspondantes des transports privés de passagers (motos, voitures particulières)	13.81
		Gasoil			19.56
		Lubrifiants		Proportionnel au kilométrage total du parc de véhicules particuliers (véhicule.km) (cf. transport)	1.26
		Autres fiouls (white spirit)		Exogène ; défini par l'utilisateur	0.03
CE	Industrie chimique 21.3 Mds€	Produits chimiques de base, produits azotés et engrais, matières plastiques de base et caoutchouc synthétique		Par défaut : proportionnel au nombre de ménages	0.41
		Savons de ménage, détergents et produits d'entretien			4.71
		Parfums et produits pour la toilette		Par défaut : proportionnel à la population	15.1
		Pesticides et autres produits agrochimiques		Par défaut : proportionnel au nombre de logements de type « Maison Individuelle » (cf. Parc de logements) ;	0.23
		Peintures, vernis, encres et mastics, et autres produits chimiques non compris ailleurs		Par défaut : proportionnel au nombre de ménages	0.89
CF	Industrie pharmaceutique 36.4 Mds€	Par défaut : proportionnel aux dépenses totales de santé (cf. module santé) ; Modifiable par l'utilisateur pour refléter un éventuel changement des pratiques médicales			36.4
CG	Fabrication de produits en caoutchouc, en plastique et d'autres produits minéraux non métalliques 10.9 Mds€	Pneumatiques neufs et rechapés		Proportionnel au kilométrage total des modes de transports privés : voiture particulière, moto, vélo et vélo électrique (en Véhicule.km) (cf. transport)	2.5
		Autres articles en caoutchouc		Par défaut : proportionnel au nombre de ménages	0.29
		Emballages en matières plastiques		Par défaut : proportionnel à la population	1.65
		Autres produits en matières plastiques			3.13
		Fabrication de verre et d'articles en verre		Par défaut : proportionnel au nombre de ménages	1.89
		Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques hors verre			1.44
CH	Métallurgie et	Métallurgie		Par défaut : proportionnel à la population	0.11

	fabrication de produits métalliques, hors machines et équipements 4.7 Mds€	Fabrication d'armes et de munitions			0.36
		Coutellerie, outillage, quincaillerie et autres ouvrages en métaux		Par défaut : proportionnel au nombre de ménages	1.7
		Articles de ménage			1.3
		Autres articles métalliques			1.2
CI	Fabrication de produits informatiques, électroniques et optiques 20.8 Mds€	Ordinateurs et périphériques, composants et cartes électroniques		-Par défaut : proportionnel au nombre de ménages -Taux d'équipement et durée de vie des produits modifiables par l'utilisateur - Possibilité de rediriger une fraction de la consommation vers la branche SZ (réparation et entretien de machines de bureau et informatique)	6.30
		Equipements de communication	Téléphones mobiles	-Par défaut : proportionnel à la population de 12 ans et plus -Taux d'équipement et durée de vie des produits modifiables par l'utilisateur - Possibilité de rediriger une fraction de la consommation vers la branche SZ (réparation d'équipements de communication)	1.63
			Téléphones fixes	-Par défaut : proportionnel au nombre de ménages -Taux d'équipement et durée de vie des produits modifiables par l'utilisateur - Possibilité de rediriger une fraction de la consommation vers la branche SZ (réparation d'équipements de communication)	0.44
				Télécommandes et antennes de réception	- Possibilité de rediriger une fraction de la consommation vers la branche SZ (réparation d'équipements de communication)
		Produits électroniques grand public	Récepteurs radio, autoradios et appareils d'enregistrement et de reproduction du son	-Par défaut : proportionnel au nombre de ménages -Taux d'équipement et durée de vie des produits modifiables par l'utilisateur - Possibilité de rediriger une fraction de la consommation vers la branche SZ (réparation de produits électroniques grand public)	1.23
			Téléviseurs		4.24
			Appareils d'enregistrement et de reproduction de l'image et accessoires		0.94
			Consoles de jeux et jeux vidéo		1.0
			Caméscopes		0.22
		Instruments et appareils de mesure, d'essai et de navigation - horlogerie	GPS	-Par défaut : proportionnel à la population - Possibilité de rediriger une fraction de la consommation vers la branche SZ (réparation d'articles d'horlogerie et de bijouterie)	1.47
			Horlogerie et Instruments de mesure		
		Equipements d'irradiation médicale, électro-médicale et électro-thérapeutique		Par défaut : proportionnel à la population	0.87

		Matériels optiques et photographiques - supports magnétiques et optiques	Matériel optique et photographique	-Par défaut : proportionnel au nombre de ménages; -Taux d'équipement et durée de vie des produits modifiables par l'utilisateur ;	1.31
			Supports magnétiques et optiques		0.83
CJ	Fabrication d'équipements électriques 11.6 Mds€	Appareils ménagers	Réfrigérateurs et congélateurs domestiques	-Par défaut : proportionnel au nombre de ménages -Taux d'équipement et durée de vie des produits modifiables par l'utilisateur - Possibilité de rediriger une fraction de la consommation vers la branche SZ (réparation d'appareils électroménagers et équipement maison et jardin)	1.41
			Lave-linge domestiques		1.36
			Lave-vaisselle domestiques		0.72
			Cuisinières électriques, appareils de chauffage et de nettoyage électrique		2.81
			Appareils de toilette électriques		0.62
			Autres petits appareils électroménagers		1.8
			Appareils ménagers non électriques (comprend appareils ménagers de cuisson et de chauffage non électriques)	Proportionnel au nombre de ménages et à la part des énergies autres que l'électricité dans les usages énergétiques pour la cuisson et le chauffage (cf. résidentiel)	0.22
		Autres équipements électriques	Batteries de voitures et autres accumulateurs		0.44
			Piles électriques		0.80
			Lampes		0.36
			Appareils d'éclairage		0.79
			Autres matériels électriques		0.05
			Fils, câbles et matériel d'installation électrique		0.16
CK	Fabrication de machines et équipements non compris ailleurs 1.5 Mds€	Machines et équipements de bureau (hors ordinateurs et équipements périphériques)		Par défaut : proportionnel au nombre de ménages	0.17
		Outillage portatif à moteur incorporé		-Par défaut : proportionnel au nombre de ménages - Possibilité de rediriger une fraction de la consommation vers la branche CM (réparation et installation de machines et d'équipements)	0.70
		Fabrication de machines agricoles et forestières		-Par défaut : proportionnel au nombre de logements de type Maison Individuelle (cf. parc résidentiel) - Possibilité de rediriger une fraction de la consommation vers la branche SZ (réparation d'appareils électroménagers et équipement maison et jardin)	0.53
		Autres machines		Par défaut : proportionnel au nombre de ménages	0.10
CL	Fabrication de	Voitures neuves		Fonction du nombre et du type des nouvelles automobiles entrant dans le parc (cf. module)	28.27

	matériels de transport <i>63.8 Mds€</i>			parc automobile) proportionnel à la somme du nombre de nouvelles voitures de chaque catégorie pondéré par le prix moyen relatif des véhicules de chaque catégorie	
		Voitures d'occasion		Fonction de la taille et des caractéristiques du parc automobile total (cf. module parc automobile) proportionnel à la somme du nombre de voitures de chaque catégorie pondéré par le prix moyen relatif des véhicules de chaque catégorie	10.87
		Echange standard moteur		Proportionnel au kilométrage total du parc automobile (en <i>véhicule.km</i>)	0.46
		Camping-cars		Par défaut : proportionnel au nombre de ménages	1.52
		Carrosseries Caravanes et remorques			0.25
		Equipements automobiles et pièces mécaniques		Proportionnel au kilométrage total du parc automobile (en <i>véhicule.km</i>)	16.9
		Bateaux de plaisance, aéronefs, etc.		Par défaut : proportionnel à la population de 10 ans et plus	1.82
		Motocycles		-Par défaut : proportionnel à la population de 14 ans et plus -Taux d'équipement et durée de vie des produits modifiables par l'utilisateur	2.28
		Bicyclettes		-Par défaut : proportionnel à la population par âge -Taux d'équipement par âge et durée de vie des produits modifiables par l'utilisateur - Possibilité de rediriger une fraction de la consommation vers la branche SZ (réparation d'autres biens personnels et domestiques)	1.0
		Véhicules pour invalides (ex : fauteuils roulants)		Proportionnel au nombre de personnes en affection longue durée (ALD) (cf. module Santé)	0.16
		Landaus et poussettes		-Par défaut : proportionnel à la population de 0 à 3 ans	0.27
CM	Autres industries manufacturières ; réparation et installation de machines et d'équipements <i>40.2 Mds€</i>	Meubles	Meubles de bureau et de magasin	- Par défaut : proportionnel au nombre de ménages ; modifiable par l'utilisateur - Possibilité de rediriger une fraction de la consommation vers la branche SZ (réparation de meubles et équipements du foyer)	0.47
			Meubles et sièges de cuisine		3.40
			Matelas et sommiers	Par défaut : proportionnel à la population	1.99
			Sièges d'ameublement d'intérieur & meubles divers	- Par défaut : proportionnel au nombre de ménages - Possibilité de rediriger une fraction de la consommation vers la branche SZ (réparation de meubles et équipements du foyer)	7.69
			Meubles et sièges de jardin et d'extérieur		0.35
		Autres industries manufacturières	Bijouterie, joaillerie, orfèvrerie	- Par défaut : proportionnel à la population - Possibilité de rediriger une fraction de la consommation vers la branche SZ (réparation d'articles d'horlogerie et de bijouterie)	5.54
			Instruments de musique	Par défaut : proportionnel à la population	0.197
			Instruments et de fournitures à usage médical et dentaire		8.65
			Articles de sport	- Par défaut : proportionnel à la population - Possibilité de rediriger une fraction de la consommation vers la branche SZ (réparation d'autres biens personnels et domestiques)	4.56
			Jeux et jouets		3.64
			Cercueils		Proportionnel au nombre de décès dans la population

			Autres produits manufacturés	- Par défaut : proportionnel à la population	2.75
		Réparation et installation de machines et équipements		Proportionnel au nombre de ménage et à la fraction de la consommation d’outillage portatif redirigée vers la réparation, pondéré par un coefficient de (sur-)coût relatif de la réparation par-rapport au neuf	0.34
BZ	Industries extractives <i>0.02 Mds€</i>	Par défaut : proportionnel au nombre de ménages			0.02
DZ	Production et distribution d'électricité, de gaz, de vapeur et d'air conditionné <i>34.6 Mds€</i>	Production, transport et distribution d'électricité		Pour chaque énergie, évolue comme les consommations finales du secteur résidentiel (pour gaz, électricité, réseaux de chaleur urbains) plus celles des transports privés de passagers (voitures au gaz, voitures et vélos électriques)	21.87
		Distribution de combustibles gazeux par conduites			11.04
		Distribution de vapeur et d'air conditionné			1.71
EZ	Production et distribution d'eau ; assainissement, gestion des déchets et dépollution <i>12.4 Mds€</i>	Captage, traitement et distribution d’eau		Par défaut : proportionnel à la consommation d’eau et à la production de déchets domestiques (industriels et ménagers)	4.44
		Collecte et traitement des eaux usées			4.58
		Collecte, traitement et élimination des déchets - récupération			3.39
FZ	Construction <i>16.2 Mds€</i>	Par défaut : proportionnel à la surface habitable totale			16.2
GZ	Commerce ; réparation d'automobiles et de motocycles <i>12.6 Mds€</i>	Services d'entretien de véhicules automobiles		Proportionnel au kilométrage total du parc automobile (en <i>véhicule.km</i>) Cf. parc automobile	11.93
		Services d'entretien de motocycles		Proportionnel à la mobilité totale en 2-roues motorisés (en <i>passager.km</i>) Cf. module mobilité	0.64
HZ	Transports et entreposage	Transports ferroviaires		Proportionnel à la mobilité totale en train (en <i>passager.km</i>)	4.83
		Transports urbains et suburbains de voyageurs		Proportionnel à la mobilité totale en transports publics urbains (en <i>passager.km</i>)	4.87
		Transports de voyageurs par VP. (taxi)		Proportionnel à la mobilité totale en transports « VP voiture » (en <i>passager.km</i>)	2.30
		Transports routiers de voyageurs		Proportionnel à la mobilité totale en autocars (en <i>passager.km</i>)	4.85
		Téléphériques et remontées mécaniques		Par défaut : proportionnel à la population	1.19
		Transports routiers de fret et par conduites (La conso des ménages correspond par exemple aux déménagements, etc.)		Par défaut : proportionnel au nombre de ménages	0.65
		Transports par eau de passagers (maritimes,		Exogène – défini par l'utilisateur	0.39

		côtiers, fluviaux)					
		Transports aériens		Proportionnel à la mobilité totale en avion (en <i>passager.km</i>)		8.62	
		Entreposage et services auxiliaires des transports (Comprend par exemple : Péages d'autoroutes, parcs de stationnement, garages, services d'enlèvement de véhicules)		Par défaut : proportionnel à la mobilité en véhicules particuliers : voitures et 2-roues motorisés (en <i>passager.km</i>) Cf. module mobilité		7.09	
		Activités de poste et de courrier		Par défaut : proportionnel à la population		1.72	
IZ	Hébergement et restauration <i>69.6 Mds€</i>	Hébergement		Par défaut : proportionnel à la population		15.09	
		Restauration				54.52	
JA	Édition, audiovisuel et diffusion <i>22.7 Mds€</i>	Édition	Livres	Par défaut : proportionnel à la population		4.0	
			Journaux			2.72	
			Revuees et périodiques			4.78	
			Autres activités d'édition			0.81	
			Services télématiques, jeux électroniques et logiciels			2.33	
		Production de films cinématographiqu es, vidéo et programmation télévisuelle - enregistrement sonore et édition musicale	Films cinématographiques, vidéos et programmes de télévision	Distribution de films	Par défaut : proportionnel au nombre de ménages		3.18
				Projection de films cinématographiques	Par défaut : proportionnel à la population		
			Enregistrement sonore et édition musicale	Édition d'enregistrements sonores			0.88
				Édition d'enregistrements sonores en ligne			
		Programmation et diffusion	(Correspond essentiellement à la redevance télévisuelle) Par défaut : proportionnel au nombre de ménages et au taux d'équipement des ménages en TV				4.03
JB	Télécommunications <i>32.3 Mds€</i>	Télécommunication hors distribution, bouquets de programmes radio et télévisuels		Par défaut : pour moitié proportionnel à la population et au taux d'équipement en téléphonie mobile de la population, et pour l'autre moitié proportionnel au nombre de ménages et au taux d'équipement Internet des ménages (répartition moitié-moitié arbitrairement choisie)		30.04	
		Distribution de bouquets de programmes de radio et de télévision		Par défaut : proportionnel au nombre de ménages et au taux d'abonnement aux chaines TV		2.24	
JC	Activités informatiques et services d'information <i>1.8 Mds€</i>	Par défaut : proportionnel à la population et au taux d'équipement en ordinateurs				1.83	

KZ	Activités financières et d'assurance 59.6 Mds€	Services financiers, hors assurance et caisses de retraite		Par défaut : proportionnel à la population	15.42
		Assurance	Assurance-vie et de capitalisation		17.11
			Assurances maladie		15.36
			Assurances logement	Proportionnel à la surface habitable totale	3.99
			Assurances transports	Proportionnel au parc total de voitures particulières pondéré par les prix des différents types de véhicules du parc	6.14
			Assurances responsabilité civile	Par défaut : proportionnel à la population	1.62
LZ	Activités immobilières 217 Mds€	Activité des marchands de biens immobiliers et acticités immobilières pour compte de tiers		Proportionnel à la surface habitable totale	0.61
		Loyers Imputés et Loyers Réels			215.5
		Location de terrain et autres biens immobiliers (loyers réels)		Par défaut : proportionnel à la population	0.87
MA	Activités juridiques, comptables, de gestion, d'architecture, d'ingénierie, de contrôle et d'analyses techniques 9 Mds€	Activités juridiques et comptables		Par défaut : proportionnel à la population	8.06
		Activités d'architecture et d'ingénierie - contrôle et analyse techniques (semble comprendre essentiellement le contrôle technique automobile)		Proportionnel au parc automobile total	0.95
MB	Recherche-développement scientifique			Aucune consommation des ménages	
MC	Autres activités spécialisées, scientifiques et techniques 3.6 Mds€	Autres activités spécialisées, scientifiques et techniques		Par défaut : proportionnel à la population	1.35
		Activités vétérinaires		Par défaut : proportionnel à la population et au taux de possession d'animaux de compagnie	2.26
NZ	Activités de services administratifs et de soutien 10.2 Mds€	Activités de location et location-bail	Location et location-bail de véhicules automobiles	Par défaut : proportionnel au nombre de ménages	1.32
			Location et location-bail d'autres biens	Par défaut : proportionnel à la population	4.15
		Activités liées à l'emploi		Par défaut : proportionnel au nombre de ménages	

		(ex : Agences de recrutement de personnes de ménage, de baby-sitter)			
		Activités d'agences de voyage, voyagistes, services de réservation et activités connexes	Activités des agences de voyage et voyagistes	Par défaut : proportionnel à la population	1.49
			Autres services de réservation et activités liées		1.05
		Enquêtes et sécurité		Par défaut : proportionnel au nombre de ménages	0.065
		Services relatifs aux bâtiments et aménagement paysager		Par défaut : proportionnel au nombre de logements	1.57
		Activités administratives et autres activités de soutien aux entreprises		Par défaut : proportionnel à la population	0.28
OZ	Administration publique et défense - sécurité sociale obligatoire <i>19.4 Mds€</i>	Administration générale, économique et sociale		Proportionnel à la somme des dépenses des administrations publiques (APU) pour : services généraux ; tutelle de l'économie générale, des échanges et de l'emploi ; Loisirs culture et culte.	0.63
		Services de prérogative publique (défense, justice, police, etc.)		Proportionnel à la somme des dépenses des APU pour : Organes exécutif et législatif, affaires financières et fiscales et affaires extérieures; Défense	0.02
		Sécurité sociale obligatoire		Proportionnel à la somme des dépenses de gestion administrative des APU pour : Maladie et Invalidité, Vieillesse et Survie, Famille et enfants, Chômage, Logement, Exclusion	18.74
PZ	Enseignement <i>104.7 Mds€</i>	Proportionnel à la dépense d'éducation totale (cf. module enseignement), plus portion liée à la formation continue et aux écoles de conduite proportionnel à la population âgée de 16 à 65 ans (par défaut)			104.7
QA	Activités pour la santé humaine <i>132.7 Mds€</i>	Proportionnel à la dépense de santé totale (cf. module Santé)			132.7
QB	Hébergement médico-social et social et action sociale sans hébergement <i>68.2 Mds€</i>	Hébergement médico-social et social	Hébergement médico-social et social (marchand)	(Correspond aux EHPAD et maisons de retraite) Proportionnel au nombre de personnes en maison de retraite ou EHPAD (calculé avec modèle à cohortes à partir d'un pourcentage de la population en maison de retraite ou EHPAD par âge et sexe, modifiable par l'utilisateur)	21.97
			Hébergement médico-social et social (non marchand)	- 47% correspond aux enfants en difficulté et handicapés : proportionnel à la population de moins de 18 ans par défaut -53% correspond aux adultes handicapés et adultes et familles en difficulté : proportionnel à la population de 18 ans et plus par défaut	14.81
		Action sociale sans hébergement	Action sociale sans hébergement (marchande)	(Correspond à l'accueil ou l'accompagnement sans hébergement de personnes âgées) Proportionnel à la population de plus de 70 ans par défaut (limite d'âge arbitraire)	1.47
			Action sociale sans hébergement (non marchande)	D'après les comptes nationaux (INSEE) - 39% correspond aux jeunes enfants : proportionnel au nombre d'enfants de moins de 7 ans -13% correspond aux enfants et adolescents : proportionnel à la population âgée de 6 à 17	29.92

				ans -10% correspond aux adultes (adultes handicapés, aide par le travail) : proportionnel à la population de 18 ans et plus -38% non attribuable à une population particulière (aide à domicile et autres n.c.a.) : proportionnel à la population totale par défaut	
RZ	Arts, spectacles et activités récréatives 40.9 Mds€	Activités créatives, artistiques et de spectacle		Proportionnel à la population par défaut	12.93
		Bibliothèques, archives, musées et autres activités culturelles		Proportionnel à la population par défaut	3.88
		Organisation de jeux de hasard et d'argent		Proportionnel à la population par défaut	8.58
		Activités sportives, récréatives et de loisirs	Activités liées au sport marchandes	Proportionnel à la population par défaut	15.56
			Autres activités récréatives et de loisir, marchandes		
			Activités sportives, récréatives, et de loisir non marchandes		
SZ	Autres activités de services 28.3 Mds€	Activités des organisations associatives		Proportionnel à la population par défaut	10.73
		Réparation d'ordinateurs et de biens personnels et domestiques	Entretien et réparation de machines de bureau et de matériel informatique	Proportionnel à la consommation d' « ordinateurs, périphériques, composants et cartes électroniques » (cf. branche CI), plus l'éventuelle fraction de consommation redirigée vers la réparation, multipliée par un éventuel coefficient de surcoût relatif de la réparation par rapport au neuf défini par l'utilisateur	0.31
			Réparation d'équipements de communication	Proportionnel à la consommation d'équipements de communication (cf. branche CI), plus la fraction de consommation redirigée vers la réparation, multipliée par un coefficient de surcoût de la réparation par rapport au neuf	0.07
			Réparation de produits électroniques grand public	Proportionnel à la consommation de produits électroniques grand public (cf. branche CI), plus la fraction de consommation redirigée vers la réparation, multipliée par un coefficient de surcoût de la réparation par rapport au neuf	0.95
			Réparation appareils électroménagers et équipements pour la maison et le jardin	Proportionnel à la consommation d'appareils ménagers, de machines agricoles et forestières, d'autres machines, plus la fraction de consommation redirigée vers la réparation, multipliée par un coefficient de surcoût de la réparation par rapport au neuf (cf. branches CJ et CK)	0.59
			Réparation de chaussures et d'articles en cuir	Proportionnel à la consommation de produits de l'industrie du cuir et de la chaussure (cf. branche CB), plus la fraction de consommation redirigée vers la réparation, multipliée par un coefficient de surcoût de la réparation par rapport au neuf	0.26
			Réparation de meubles et d'équipements du foyer	Proportionnel à la consommation en meubles (cf. branche CM), plus la fraction de consommation redirigée vers la réparation, multipliée par un coefficient de surcoût de la réparation par rapport au neuf	1.21
			Réparation d'articles d'horlogerie et de bijouterie	Proportionnel à la consommation en Horlogerie et instruments de mesure et Bijouterie, joaillerie, orfèvrerie (cf. branches CI et CM), plus la fraction de consommation redirigée vers la réparation, multipliée par un coefficient de surcoût de la réparation par rapport au neuf	0.23
			Réparation d'autres biens	Proportionnel à la consommation en textiles, habillement, bicyclettes, articles de sport, jeux	0.68

			personnels et domestiques	et jouets et instruments de musique (cf. branches CB, CL, CM), plus la fraction de consommation redirigée vers la réparation, multipliée par un coefficient de surcoût de la réparation par rapport au neuf	
		Autres services personnels	Blanchisserie-teinturerie	Proportionnel au nombre de ménages, au taux d'équipement des ménages en lave-linge, et à la taille moyenne des ménages	1.36
			Coiffure	Proportionnel à la population par défaut	6.26
			Soins de beauté		1.31
			Services funéraires	Proportionnel au nombre de décès par défaut	2.02
			Autres services personnels	Proportionnel à la population par défaut	2.24
TZ	Activités des ménages en tant qu'employeurs <i>3.9 Mds€</i>	Proportionnel au nombre de ménages par défaut			3.99

Tableau 5 : Structure désagrégée employée pour la modélisation de la consommation finale effective des administrations publiques

		Hypothèses de modélisation
MB	Recherche-Développement Scientifique <i>10.2 Mds€</i>	Proportionnel aux dépenses publiques de recherche (fondamentale et recherche-développement)
OZ	Administration publique et défense - sécurité sociale obligatoire <i>158 Mds€</i>	Proportionnel aux dépenses publiques de : (Fonctionnement des organes exécutifs et législatifs, affaires financières et fiscales, affaires étrangères + Services généraux + Défense + Ordre et sécurité publics + Tutelle de l'économie générale, des échanges et de l'emploi + Lutte contre la pollution + Préservation de la diversité biologique et protection de la nature)
SZ	Autres activités de services <i>0.2 Mds€</i>	Proportionnel aux dépenses publiques de « loisir, culture et culte »

5.2. Formation Brute de Capital Fixe (FBCF) – (investissement)

Sur les dernières années, la formation brute de capital fixe (FBCF) représentait environ 17% du total des emplois finals, soit près de 463 milliards d'euros.

La FBCF correspond, dans le cadre de la comptabilité nationale, aux « *acquisitions moins cessions d'actifs fixes réalisées par les producteurs résidents. Les actifs fixes sont les actifs corporels ou incorporels issus de processus de production et utilisés de façon répétée ou continue dans d'autres processus de production pendant au moins un an* » (INSEE, n.d.). Il s'agit en quelque sorte d'une traduction comptable –donc conventionnelle– restrictive du concept économique plus large d'investissement, qui renvoie à l'acte d'acquisition de *capital*, c'est-à-dire à l'acte d'acquisition de ressources destinées à prendre part à un processus de production²¹⁹. Il s'agit donc d'un *flux* qui alimente un stock de capital.

Pour l'essentiel, la FBCF est le fait des ménages (achats et entretiens des logements : ~23% de l'investissement en France en 2014), des administrations publiques (essentiellement les collectivités locales ; ~17%) et des entreprises (entrepreneurs individuels ou sociétés ; ~59%). Nous nous intéressons ici plus particulièrement à l'investissement productif des entreprises (l'investissement des ménages dans le secteur immobilier, qui suit en général des tendances proches, dépend dans notre modèle des mécanismes décrits dans la partie « résidentiel »). Le secteur tertiaire est par ailleurs celui qui investit le plus, du fait, en partie, du mouvement d'externalisation, à travers lequel les entreprises délèguent les investissements à des sociétés dont elles louent les services (immobiliers, bien d'équipements, transport) plutôt que d'investir par leurs propres moyens. En proportion de leur chiffre d'affaire, les petites et moyennes entreprises investissent plus que les grandes.

Les dépenses d'investissement peuvent avoir plusieurs motivations, parfois simultanées et difficile à distinguer : l'entretien, la maintenance, le renouvellement du stock d'équipements usagés (en moyenne, 27% des investissements dans l'industrie sur la période 1991-2014 (INSEE, n.d.)), mais aussi l'extension des capacités de production existantes (affectées aux produits existants, ~16%), l'introduction d'équipements permettant la production de nouveaux produits (~14%), ou encore la « modernisation » et la « rationalisation » des processus productifs (~24%). Elles peuvent également avoir trait à la sécurité, aux conditions de travail, à l'environnement, etc. De la conjoncture économique, dépend généralement la priorité donnée à ces objectifs, et l'orientation des investissements²²⁰.

²¹⁹ Les investissements peuvent être :

- « matériels » ou « corporels » (machines, outillages et équipements, terrains, constructions, etc.) ;
- « immatériels » ou « incorporels » (logiciels, brevets, licences, fonds de commerce, formation, recherche et développement, etc.). Ceux-ci, bien que souvent difficiles à définir et plus encore à observer et à estimer (Demotes-Mainard, 2003), représenteraient aujourd'hui plus de la moitié des dépenses totales d'investissement (Heitzmann, Commission permanente de concertation pour l'industrie, 2003). Leur part progresse fortement depuis les années 1990, en partie du fait de la tertiarisation de l'économie, du développement des TIC, et de l'augmentation de la part des postes de conseil et de dépenses publicitaires dans les dépenses des entreprises (Delbecque et al., 2010). Les dépenses de publicité sont en effet généralement considérées comme de l'investissement immatériel, bien que l'on puisse se demander en quoi ces dépenses sont qualifiables de « productives » ;
- « financiers » (prise de participation, achats de titres, etc.).

La notion de FBCF dont il est question ici se restreint quant à elle à la prise en compte d'une partie seulement des investissements matériels (les actifs matériels *produits* et *durables*) et immatériels (logiciels, prospection minière, œuvres artistiques ou littéraires, et -depuis le passage des comptes en base 2010-, recherche et développement). L'autre partie des investissements non financiers est comptabilisée en consommations intermédiaires (ce qui implique que les coefficients techniques définis à partir des consommations intermédiaires sont en partie sujets à une dynamique de court terme qui relève des comportements d'investissements). La FBCF ne concerne ainsi que certains types de produits (Figure 17).

²²⁰ Les dépenses s'orientent généralement davantage vers des investissements de capacité en période de croissance de la demande, de remplacement en période de stagnation, et de productivité ou de « rationalisation » en période de récession.

Considérées à la fois comme la principale composante des « cycles économiques » de court terme de par leur volatilité²²¹, et comme un élément essentiel du phénomène de croissance économique de moyen et long terme – en tant que composante de la demande et plus encore en tant que constituant des capacités productives d'une économie –, les dépenses d'investissement ont fait et continuent de faire l'objet d'un grand nombre de travaux théoriques et empiriques visant à en identifier précisément les déterminants. Kergueris (2002) propose une revue très claire de ces derniers, dont nous faisons ci-dessous la synthèse.

5.2.1. Les déterminants de l'investissement

Les principaux déterminants de l'investissement traditionnellement mis en avant sont : la **demande anticipée** par les entreprises ; le **coût des facteurs de production** ; la **profitabilité** des projets d'investissement ; et les **contraintes de financement**. Jusqu'à récemment, leur justification reposait encore essentiellement sur l'examen théorique au niveau microéconomique du comportement d'investissement d'une entreprise²²².

- **La demande anticipée** (intérieure et étrangère) est en général considérée comme étant le déterminant principal et le plus robuste des dépenses d'investissement. Cette robustesse tient d'ailleurs au fait que la relation traduit davantage une contrainte technique (pour produire, il faut du capital), qu'un comportement économique (Epaulard, 2001, p. 2). Une augmentation de celle-ci constitue de nouvelles opportunités de profit qui incitent les entreprises à investir pour accroître leurs capacités de production, tandis qu'une stagnation ou une diminution de la demande les incite à adopter des comportements prudents et à limiter leurs investissements. Il y a ici l'idée d'un ajustement des capacités de production à la demande qui a donné lieu au modèle d'« accélérateur » : si l'on suppose que le capital physique nécessaire à la production est proportionnel au niveau de la production à réaliser, et que les entreprises ajustent *rapidement* leur niveau de capital, une faible variation de la demande en situation saturation des capacités de production suscitera une forte variation de l'investissement, tandis qu'un simple ralentissement peut induire une baisse significative des investissements, compte tenu de la survie du stock de capital constitué. Dans le cas théorique extrême d'un ajustement instantané du niveau de capital²²³, l'investissement, qui correspond à la variation du stock de capital (*modulo* le déclasserement), est proportionnel à la variation de la demande, et la variation de l'investissement est proportionnelle à la variation de la variation de la demande, c'est-à-dire à sa dérivée seconde : d'où le nom d'*accélérateur*. Ce phénomène d'accélération explique notamment le caractère fortement pro-cyclique des dépenses d'investissement. Il est en principe d'autant plus accentué que la production en question est intensive en capital. Enfin, comme le souligne Kergueris (2002, p. 33) : « [l']effet d'accélération s'inscrit dans la vision keynésienne d'un équilibre économique contraint par les débouchés ». Cette situation de contrainte par les débouchés, qui concerne de nombreuses entreprises, témoigne d'un certain renversement de la problématique initiale de la discipline économique ; renversement dont Godbout (2008, p. 56) pointe le caractère

²²¹ Les dépenses d'investissement se caractérisent par un dynamisme pro-cyclique marqué : elles sur-réagissent aux variations d'activité. Aussi, si elles ne représentent qu'une part assez modeste du PIB (entre 10 et 12% entre 1990 et 2003), la FBCF des entreprises non financière avait par exemple contribué pour 32% aux variations du PIB en glissement annuel, sur la période 1980-2003 (Ferrari, 2005, p. 3).

²²² Toutefois, des données de terrain, telles que l'enquête trimestrielle sur les investissements dans l'industrie menée par l'Insee auprès des entrepreneurs, qui comprend par exemple une question relative aux facteurs influençant l'investissement, participent à l'amélioration de la compréhension des comportements (INSEE, 2015a) et viennent *dans une certaine mesure* supporter la théorie. Une grande partie des progrès réalisés récemment dans ce domaine provient également de l'utilisation de données individuelles d'entreprises. Entre la compréhension à l'échelle microéconomique et l'explication de l'investissement au niveau agrégé, pourraient cependant entrer en jeu d'éventuels comportements stratégiques ou des externalités qui restent à étudier (Epaulard, 2001).

²²³ En ce qui concerne la dynamique d'ajustement du niveau de capital, des études empiriques ont montré que les entreprises ne s'ajustaient pas graduellement à un stock de capital désiré, mais procédaient plutôt par à-coups (Epaulard, 2001). Ce qui souligne l'importance d'autres facteurs dans la dynamique d'investissement de court terme d'une entreprise. Par ailleurs, pour les « gros investissements » (bâtiments, ouvrages, etc.) il peut y avoir un certain délai entre la décision d'investissement et l'investissement lui-même, dû aux procédures juridiques, financières, etc.

paradoxal : « *Loin de la vision habituelle de l'économie comme forme d'allocation des biens en situation de rareté, le système économique actuel est aussi face à un problème inhérent et permanent d'écoulement de l'offre, de surplus [...]* ». Plus que la gestion de la rareté des ressources, c'est la gestion de la rareté de la demande qui constitue ici l'objet de la discipline économique.

- Le rôle du **coût des facteurs de production** est quant à lui plus controversé. Suivant le cadre théorique d'analyse microéconomique néoclassique, les entreprises sont supposées avoir le choix entre plusieurs combinaisons productives possibles des facteurs de production (capital, travail, etc.), et choisir celle qui minimise les coûts et maximise leurs profits. A court terme, lorsque le niveau de production est supposé contraint par les débouchés, l'arbitrage se ferait sur la base du *coût relatif* des facteurs de production. « *Ainsi, si le coût du capital s'élève par rapport aux charges salariales, l'entreprise a intérêt à limiter les dépenses d'investissement, en substituant une plus grande quantité de travail au capital.* » (Kergueris, 2002, pp. 33–34). A plus long terme, lorsque la production est supposée ne pas être contrainte par les débouchés, c'est le *coût « réel »* de chaque facteur qui influencerait la décision d'investissement. Toutefois, pendant longtemps les études empiriques ont échoué à mettre en évidence cette relation théorique entre investissement et coût des facteurs de production²²⁴. Plus récemment cependant, Crépon et Gianella (2001), par exemple, ont pu observer l'influence du « coût d'usage du capital » à partir de données individuelles d'entreprises. Mais la solidité de cette relation à l'échelle agrégée à laquelle nous nous plaçons reste à démontrer – sans compter que l'usage d'indicateurs agrégés pour l'estimation du « coût d'usage du capital » se révèle généralement trop approximatif, ce qui rend une telle relation difficilement transposable dans un modèle macroéconomique.
- La **profitabilité** d'un investissement renvoie à la différence entre le taux de rendement anticipé du capital investi (c'est-à-dire le rapport entre la rémunération du capital et le stock de capital), et un rendement financier (par exemple : taux d'intérêt ou valorisation boursière des actifs). Il s'agit en quelque sorte d'une question de « coût d'opportunité » qui peut s'illustrer de la manière suivante (toujours selon l'hypothèse de comportement de maximisation des profits): « *Lorsqu'une entreprise dispose d'une capacité de financement, ses dirigeants ont le choix entre utiliser leur capital pour financer des investissements physiques, ou le placer sur les marchés financiers. Si la rentabilité attendue de l'investissement est inférieure à la rentabilité d'un placement financier sans risque, l'investissement n'aura pas lieu. Lorsqu'une entreprise veut financer un projet par l'emprunt, ses dirigeants doivent s'assurer que le rendement attendu de l'investissement est supérieur au coût du capital, sans quoi, il n'est pas rentable d'investir* » (Kergueris, 2002, p. 36). Autrement dit, une profitabilité négative, qui peut résulter par exemple de taux d'intérêt élevés, n'incite pas à investir, mais plutôt à placer l'épargne disponible sur les marchés financiers (phénomène d'éviction de l'investissement par les placements financiers), ou à se désendetter. Au contraire, si la profitabilité d'un investissement est positive et suffisamment importante pour couvrir la « prime de risque », l'entreprise sera incitée à investir. Si cette logique qui semble empiriquement fondée²²⁵ peut paraître simple, sa traduction concrète dans la réalité est un peu plus compliquée. Tout d'abord, l'existence possible de coûts fixes liés à l'installation du capital physique peut se traduire par des effets de seuils de profitabilité en dessous desquels la décision d'investir peut ne pas être jugée suffisamment intéressante, et reportée en attendant de meilleures occasions de profit (Abel and Eberly, 1994). De plus, un investissement peut impliquer des coûts d'ajustement (e.g. d'organisation, de formation du

²²⁴ A ce sujet, Blanchard (1986, cité par Epaulard, 2001, p. 11) avait eu ce commentaire : « ... *tout le monde sait bien que pour que le coût d'usage du capital apparaisse dans l'équation d'investissement, il faut déployer bien plus d'ingéniosité économétrique que d'habitude, ce qui revient la plupart du temps à choisir une spécification qui contraigne l'effet voulu à apparaître,...* »

²²⁵ D'après l'enquête de l'Insee sur les investissements dans l'industrie, en moyenne sur la période 1991-2014, 83% des chefs d'entreprise considéraient que les perspectives de profit stimulent l'investissement (INSEE, 2015a).

personnel, etc.), qu'il convient de prendre en compte (Abel, 1979; Hayashi, 1982), mais qui peuvent être difficiles à prévoir. De manière générale, le caractère incertain des multiples facteurs dont dépend la rentabilité d'un investissement (taux d'intérêt réels qui dépendent des taux nominaux et de l'inflation, demande anticipée, évolution de la productivité du capital et de son rendement, évolution des salaires, de la fiscalité des investissements et du capital, etc.), ainsi que la forme d'irréversibilité qui découle de l'impossibilité d'ajuster instantanément les capacités de production en fonction de la conjoncture (le coût du désinvestissement peut parfois être prohibitif), confèrent à la décision d'investissement « *les caractéristiques d'une décision à risque* » (Kergueris, 2002, p. 37). Par conséquent, celle-ci dépendra également de l'aversion au risque des investisseurs, qui varie suivant leurs situations... On perçoit dès lors la complexité du concept de rentabilité tel qu'il se décline dans les faits, et la difficulté que peut représenter son implémentation dans un modèle macroéconomique de long terme.

- L'investissement, enfin, peut être contraint par les **conditions de financement**, qui vont dépendre de caractéristiques propres à la situation financière de chaque entreprise. Pour financer un investissement, les entreprises peuvent faire appel à leurs ressources propres si celles-ci sont suffisantes, sinon recourir à l'emprunt, ou encore lever des capitaux propres si leur taille le leur permet. Le recours à l'emprunt peut par ailleurs constituer une solution privilégiée : car si la rentabilité d'un investissement est positive et jugée suffisante, les agents économiques sont incités non seulement à investir, mais aussi à financer l'investissement par l'emprunt et l'endettement, ce qui leur permet d'augmenter la rentabilité des fonds propres en bénéficiant d'un effet de levier (les profits attendus étant estimés supérieurs au coût de l'endettement). Toutefois, il y a également des limites à l'endettement, qui accroît le risque de défaillance, ce qui pose la question de l'accès au financement. La solvabilité, c'est-à-dire la capacité estimée d'une entreprise à rembourser ses emprunts et ses frais financiers sur la base des profits qu'elle dégage, peut ici constituer une contrainte à l'investissement. Les profits jouent donc un rôle multiple : non seulement ils motivent les investissements (profits futurs espérés), mais ils conditionnent également ses modalités de financement, en accroissant les capacités d'autofinancement des entreprises (profits passés et présents), ou leur solvabilité et donc leur accès à l'emprunt. Le taux de profit, et dans une moindre mesure, semble-t-il en pratique (Norotte et al., 1987), le taux d'endettement et les taux d'intérêt, influent donc sur la capacité d'une entreprise à financer ses investissements. Par ailleurs, les variables financières ont un rôle d'autant plus fort que les entreprises sont petites : les conditions de financement que rencontrent les petites entreprises, lesquelles se financent presque exclusivement par le crédit bancaire, sont plus difficiles du fait du niveau de garanties plus faible qu'elles peuvent offrir aux banques. Ainsi, la diversité des caractéristiques des entreprises et des situations financières propres à chacune conduisent à des conditions de financement différentes, qui expliquent en grande partie l'hétérogénéité des comportements d'investissement – hétérogénéité qui est peut-être, en fin de compte, leur caractéristique la plus marquante.

Pour résumer : le rôle du coût des facteurs de production est difficile à observer, et encore plus à transcrire dans un modèle sur la base d'indicateurs macroéconomiques agrégés; en revanche, la demande anticipée constitue un facteur structurel essentiel, à travers l'effet d'accélération qu'elle engendre. Ce déterminant seul s'est néanmoins révélé insuffisant pour expliquer l'évolution de l'investissement au cours des années 1980-1990 en France. Il faudrait donc également considérer le facteur rentabilité (qui n'est pas indépendant de la demande), dont l'importance semble s'être accrue au cours des années 1990 (Kergueris, 2002, pp. 6-9). Toutefois, le critère de rentabilité dépend en pratique d'un grand nombre d'éléments incertains, et serait ainsi à relier à une notion de risque dont il est difficile de rendre compte dans un modèle macro. Enfin, Le taux de profit et le niveau d'endettement des entreprises, qui conditionnent les contraintes de financement, sont

secondaires mais exercent une influence significative, et probablement renforcée depuis le milieu des années 1990²²⁶ (Kergueris, 2002, pp. 29-31). Les contraintes de financement différant sensiblement d'une entreprise à l'autre en fonction de leurs caractéristiques, il faudrait, pour bien faire, prendre en compte leur disparités, et notamment la distribution de la taille des entreprises, que les propositions de la Décroissance sont susceptibles de faire évoluer (par exemple à travers des scénarios de relocalisation).

Enfin, au-delà de ces déterminants, il faut également mentionner une tendance de fond au surinvestissement, imputable²²⁷ à la logique de compétition pour les parts de marché propre au système capitaliste : chaque patron cherche à rendre son entreprise plus compétitive que ses concurrentes en accroissant son capital productif, « [...] *ce qui conduit, au niveau collectif, à une "suraccumulation de capital". Les profits deviennent insuffisants par rapport à la valeur de la somme des capitaux à rentabiliser* » (Bayon et al., 2012, p. 170). La situation financière des entreprises ayant surinvesti se dégrade alors, au point de compromettre leur survie.

L'importance relative de chacun des facteurs mentionnés ci-dessus variant au fil du temps et en fonction du contexte économique global, on conçoit la difficulté de proposer une représentation numérique des comportements d'investissement qui soit robuste sur le long terme.

5.2.2. Représentation de l'investissement adoptée dans notre modèle

Sur la base de ces considérations, nous avons fait ici le choix d'un modèle d'accélérateur simple, c'est-à-dire déterminé essentiellement par la demande anticipée. Comme indiqué plus haut, cette représentation traduit davantage une contrainte technique que des comportements économiques, lesquels sont susceptibles d'évoluer au cours d'un éventuel changement structurel, institutionnel, ou culturel et paradigmatique²²⁸. Pour le long terme, et vis-à-vis des scénarios que nous cherchons à explorer, elle nous semble donc suffisamment appropriée pour une première approche²²⁹. Décrivons-la à présent plus en détail.

5.2.2.1. Stocks d'actifs

Le capital productif est représenté dans notre modèle de manière relativement désagrégée, sous la forme de différents stocks. Chaque stock est relatif à une branche de production i et correspond à un certain type d'actif k . Les différents types d'actif considérés correspondent à ceux distingués par la comptabilité nationale (seule base de données publique sur ce sujet), à savoir : logements ; autres bâtiments et ouvrages ; matériel de transport, matériel informatique ; matériel de communication ; divers autres machines et équipements non comptabilisés ailleurs ; actifs cultivés ; logiciels ; œuvres récréatives littéraires ou artistiques originales.

²²⁶ Pour les grandes entreprises, cela pourrait être dû aux exigences accrues de rentabilité des actionnaires.

²²⁷ Le surinvestissement peut aussi simplement résulter d'une mauvaise anticipation de la demande et des perspectives de profit, comme ce fut par exemple le cas pour le secteur des télécommunications au début des années 2000.

²²⁸ Au cours duquel le critère de profit se retrouverait par exemple subordonné à une autre forme de rationalité : écologique, sociale, esthétique, etc.

²²⁹ Il serait possible de faire évoluer le modèle à l'avenir, en y incluant sous une forme simplifiée le facteur profitabilité. En supposant que la rémunération du capital correspond à l'excédent brut d'exploitation (EBE) diminué du revenu des non-salariés, (qu'en l'absence de données, on supposera égaux au salaire moyen –ce qui les sous-estime certainement), la profitabilité pourrait en première approximation être estimée par le terme : $\left[\frac{(EBE - \text{Salaire moyen} \times \text{Nb non-salariés})}{\text{Stock de capital}} \right] - \text{TauxIntérêt}$; l'ensemble de ces paramètres étant déjà présents dans le modèle. Reste à estimer une relation robuste liant ce terme aux investissements. On aurait alors un modèle de type « accélérateur-profit », qui correspond à l'une des formes de modélisation les plus couramment employées pour l'investissement (par exemple par l'INSEE avec le modèle AMADEUS, ou la Banque de France). L'indicateur de profitabilité y traduit à la fois l'existence d'opportunités de profit et les tensions sur les conditions de financement. Un modèle accélérateur-profit traduit donc en quelque sorte l'hypothèse qu'une partie des entreprises serait contrainte par les débouchés, et une autre par des contraintes de financement.

En ce qui concerne les données utilisées, le mode de comptabilisation du capital productif en unités monétaires²³⁰ conduit les comptables nationaux à distinguer deux notions :

- celle de capital fixe *brut*, qui correspond au « *stock des actifs fixes acquis par la formation brute de capital fixe des périodes passées qui sont encore utilisés dans la production* » : suivant cette notion, « *les actifs fixes acquis dans le passé à des prix différents sont réévalués aux prix des actifs fixes neufs de même type (prix de remplacement), pour obtenir le capital fixe brut à prix courants.* » ;
- et celle de capital fixe *net*, qui est égal au « *capital fixe brut diminué du cumul de la consommation de capital fixe* », c'est-à-dire diminué de « *la perte de valeur du stock de capital fixe utilisé par un producteur, du fait du temps, de l'usure physique, de l'obsolescence ordinaire ou des dommages accidentels courants* ».

Nous choisissons ici d'utiliser les données de capital fixe *brut*²³¹, ce qui, compte tenu de la signification et du rôle de ces stocks dans notre modèle – le capital en tant que facteur nécessaire à la production –, revient à adopter l'hypothèse implicite que l'efficacité d'un actif (c'est-à-dire la « quantité » de services qu'il peut rendre par unité de temps) est constante au cours de sa vie, ou autrement dit, que la capacité productive d'un stock d'actifs fixes ne dépend pas de l'usure des actifs ou de leur âge, mais seulement de leur participation ou non au processus de production²³².

Les différents stocks d'actifs fixes modélisés sont alimentés en entrée par les flux d'investissements, et connectés en sortie à des flux de déclassement d'actifs (Figure 18).

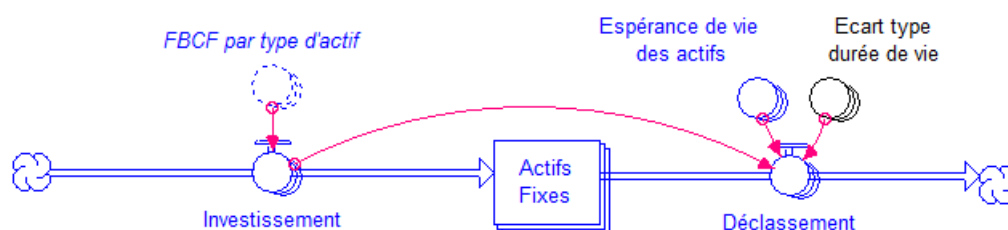


Figure 18 : Modélisation des stocks d'actifs fixes

A chaque instant t , le niveau de chaque stock d'actifs fixes de type k employé dans la branche i peut alors s'écrire en fonction du niveau initial du stock $K_{i,k}(t_0)$, et de la somme cumulée de ces flux depuis l'année de base:

$$K_{i,k}(t) = K_{i,k}(t_0) + \int_{t_0}^t (\text{Investissement}_{i,k}(\tau) - \text{Déclassement}_{i,k}(\tau)) d\tau$$

²³⁰ La (dé-)valorisation de l'outil physique en unités monétaires peut mobiliser trois conventions différentes : le coût d'origine, la valeur de revente courante, ou les flux de revenus futurs actualisés (anticipés). Ces conventions correspondent respectivement aux points de vue du gestionnaire, du créancier et de l'investisseur (Armatte, 2010b, p. 171)

²³¹ En pratique, le capital fixe brut n'est pas « mesuré » directement à proprement parler : il est évalué selon une méthode d'inventaire permanent, à partir des flux de FBCF passés et d'hypothèses de durées de vie hétérogènes suivant la nature des biens ou produits (Pour plus d'information sur la méthode d'inventaire permanent employée par la comptabilité nationale, voir par exemple Baron (2008) ou OCDE (2009).

²³² Cette hypothèse est tout à fait discutable (par exemple, l'usure d'une machine qui vieillit et la maintenance nécessaire diminue en général son efficacité), mais elle ne l'est pas davantage que celle qui consisterait à supposer que l'efficacité d'un actif diminue au rythme d'un amortissement comptable défini de manière purement conventionnelle (hypothèse qui résulterait de l'usage des données de capital fixe net). Le débat au sujet du choix entre capital fixe brut et capital fixe net n'est pas nouveau, la lectrice ou le lecteur pourra par exemple en trouver une discussion dans Rainelli (1967, p. 26). Pour une discussion autour de différents profils « ancienneté-efficacité » des actifs, se reporter par exemple à OCDE (2001, p. 70).

5.2.2.2. Déclassement des actifs

Les flux de déclassement correspondent à la sortie des actifs du processus de production pour mise au rebut²³³. Malheureusement, les données publiques relatives à la dynamique de déclassement des différents stocks d'actifs sont assez rares et plutôt pauvres. La représentation probablement la plus répandue en modélisation macroéconomique, en grande partie pour sa simplicité et pour les possibilités de résolution analytique des modèles qu'elle offre, consiste à appliquer au stock d'actifs considéré un « taux de déclassement », c'est-à-dire à supposer qu'une certaine proportion du total des actifs quitte le stock chaque année. Une telle représentation peut se révéler satisfaisante en régime stationnaire, mais risque de perdre en pertinence dans le cas d'une dynamique économique en inflexion –ce que des scénarios de Décroissance pourraient induire. De plus, elle ne tient pas compte de la chronologie des investissements passés, et ne permet donc pas de rendre compte d'éventuels « effets murs », qui résulteraient de chocs d'investissement passés. Ceux-ci ne sont pourtant pas à exclure, compte-tenu des violents soubresauts économiques des années récentes.

Nous chercherons donc à intégrer ici de tels effets en reliant les flux de déclassement des stocks d'actifs à la chronologie des flux d'investissement qui les ont constitués. Il s'agit en quelque sorte de modéliser l'évolution de la « pyramide des âges du capital » par le biais de *lois de survie ou de mortalité*, c'est-à-dire d'hypothèses probabilistes de durée de vie *utile* des actifs. Pour ce type d'approche, les fonctions de mortalité de Winfrey, les lois de Weibull et les lois de densité log-normale sont les formes les plus couramment utilisées pour décrire la probabilité de survie d'un actif²³⁴ (Organisation de coopération et de développement économiques, 2001, pp. 60–62). Nous choisissons ici cette dernière forme, qui est celle utilisée par la comptabilité nationale pour les comptes de patrimoine.

Ainsi, la *durée de vie* d'un actif de type k utilisé par une branche i est supposée suivre une loi log-normale²³⁵ de paramètres $\mu_{i,k}$ et $\sigma_{i,k}$. Par conséquent, la *probabilité qu'un tel actif sorte du stock à un âge a* est donnée par la fonction de *densité de probabilité* $f_{\mu_{i,k},\sigma_{i,k}}$ de cette loi log-normale²³⁶ (dont la représentation graphique présente une forme « en cloche » asymétrique, désaxée vers la gauche, cf. Figure 19) :

$$f_{\mu_{i,k},\sigma_{i,k}}(a) = \frac{1}{a \cdot \sigma_{i,k} \cdot \sqrt{2\pi}} e^{\left[-\frac{1}{2} \left(\frac{\ln(a) - \mu_{i,k}}{\sigma_{i,k}} \right)^2 \right]}$$

Avec :

$$\sigma_{i,k} = \sqrt{\ln \left(1 + \frac{1}{\left(\frac{m}{s_{i,k}} \right)^2} \right)} \quad \text{et} \quad \mu_{i,k} = \ln(m_{i,k}) - \frac{\sigma_{i,k}^2}{2}$$

²³³ Le déclassement est à distinguer des notions comptables d'amortissement ou de consommation de capital fixe.

²³⁴ Les fonctions de Winfrey ont été spécialement conçues pour refléter la dynamique de mise au rebut de différents types d'actifs, à partir d'observations réelles (dans les années 1930). La loi de Weibull est quant à elle également utilisée dans les études de mortalité des populations. Les fonctions de Winfrey, la loi de Weibull, et la fonction de densité log-normale sont utilisées par différents pays pour l'estimation des stocks d'actifs par la méthode d'inventaire permanent. En l'occurrence, les comptes nationaux français utilisent des lois de mortalité log-normales pour l'établissement des comptes de patrimoine (Baron, 2008, p. 32). Des études du bureau central de statistique néerlandais et de l'INSEE suggèrent que les lois de Weibull et log-normale peuvent décrire de façon satisfaisante des profils de déclassement observés (Mairesse, 1972, cité par Baron, 2008, p. 32; Organisation de coopération et de développement économiques, 2001, p. 61).

²³⁵ C'est-à-dire que le logarithme de la durée de vie des actifs est supposé suivre une loi normale d'espérance $\mu_{i,k}$ et d'écart type $\sigma_{i,k}$.

²³⁶ La probabilité qu'un actif d'âge a ne soit plus dans le stock, c'est-à-dire en soit déjà sorti, peut quant à elle s'exprimer par la fonction de répartition F de la loi log-normale considérée (dont la représentation graphique présente un profil en "S", en forme inversée par rapport à la Figure 20, qui reflète la probabilité de survie des actifs) :

$$F_{\mu_{i,k},\sigma_{i,k}}(a) = \int_0^a f_{\mu_{i,k},\sigma_{i,k}}(t) dt = \int_0^a \frac{1}{t\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln(t)-\mu_{i,k}}{\sigma_{i,k}}\right)^2} dt = \frac{1}{2} \left(1 + \operatorname{erf} \frac{\ln(a) - \mu_{i,k}}{\sigma\sqrt{2}} \right)$$

Où : $m_{i,k}$ est la durée de vie moyenne des actifs de type k employés dans une branche i ;

$s_{i,k}$ est l'écart type de la distribution des durées de vie des actifs de type k employés dans une branche i . Il est généralement compris entre $m/2$ et $m/4$ (Organisation de coopération et de développement économiques, 2001, p. 61).

L'âge des actifs étant comptabilisé comme le temps écoulé depuis la date des investissements correspondants, à chaque instant t , le flux total d'actifs de type k sortant du processus de production d'une branche i pour être mis au rebut peut ainsi s'écrire :

$$\text{Déclassement}_{i,k}(t) = \int_{-\infty}^t \left(\text{Investissement}_{i,k}(\tau) \times f_{\mu_{i,k}, \sigma_{i,k}}(t - \tau) \right) d\tau$$

A titre illustratif, la Figure 20 présente l'évolution (la survie) de stocks d'actifs de différents types initialement constitués par un investissement ponctuel, suivant la dynamique de déclassement modélisée ici. Par défaut, les valeurs de durée de vie moyenne et leur écart type pour les différents types actifs considérés et pour les différentes branches sont celles employées par la comptabilité nationale, reprises d'une note méthodologique de l'INSEE (Baron, 2008). *L'utilisateur est libre de faire varier ces paramètres.*

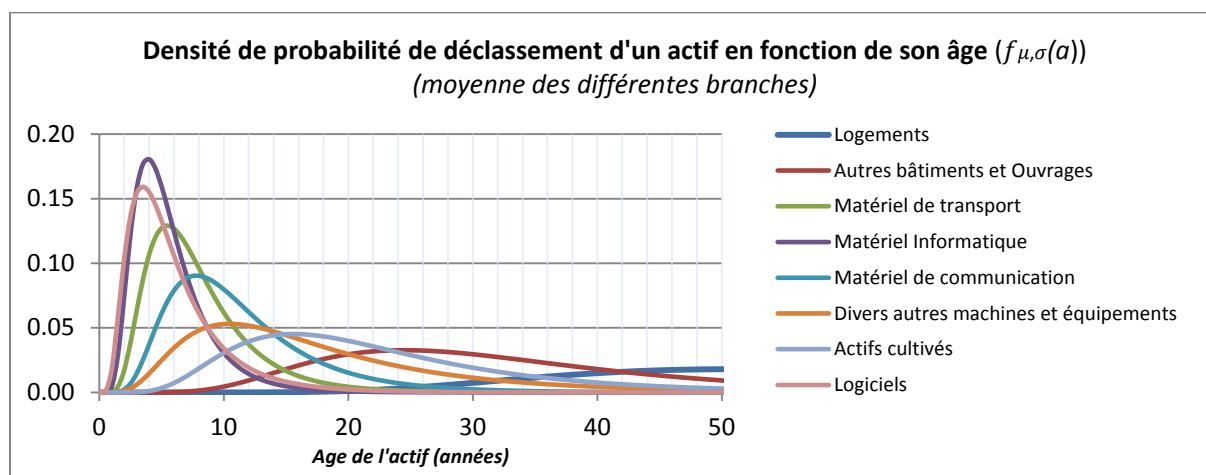


Figure 19 : Densité de probabilité de déclassement d'un actif en fonction de son âge

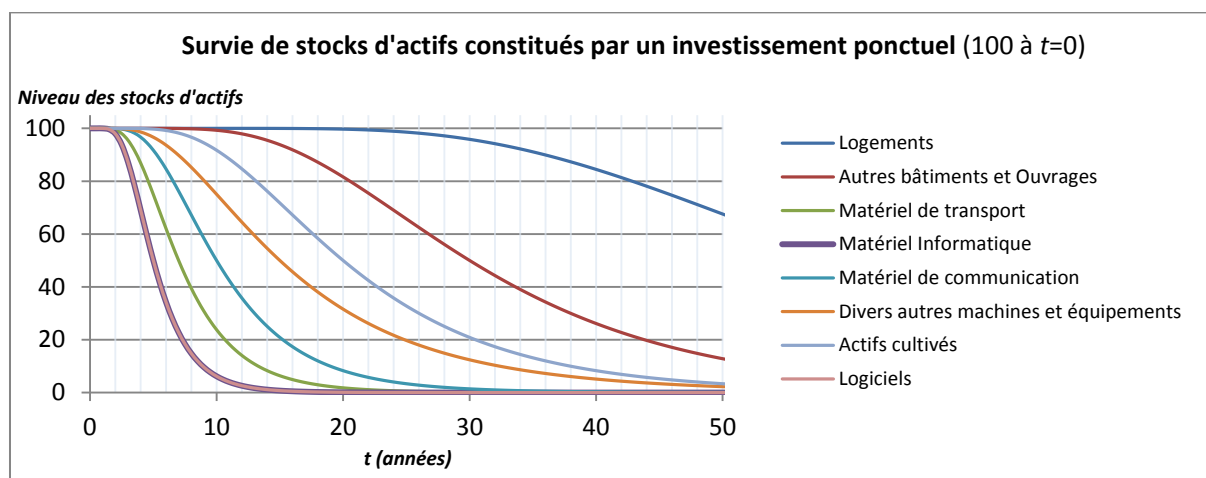


Figure 20 : Survie de stocks d'actifs constitués par un investissement ponctuel

Cette représentation du déclassement, bien que sensiblement plus affinée que dans d'autres modèles macroéconomiques dont nous avons connaissance (e.g. Imaclim, 2015; Victor, 2008, ...), présente encore plusieurs limites.

Celles-ci résident tout d'abord dans le niveau d'agrégation élevé (contraint par l'absence de données publiques plus fines), qui masque à la fois, au sein de chaque catégorie d'actifs, une grande disparité de leurs caractéristiques (en termes de durée de vie, etc.), et au sein de chaque branche de production, une grande diversité de procédés susceptibles de mobiliser des actifs différents d'une sous-branche à l'autre.

Par ailleurs, la pauvreté des données publiques relatives à la dynamique de survie des différents types d'actifs rend la modélisation assez approximative. Par exemple, les estimations de durées de vie utile des actifs sont rarement actualisées, alors que celles-ci peuvent évoluer dans le temps : l'augmentation des taux d'obsolescence technique, en particulier avec la part croissante d'actifs incorporant de l'informatique (ordinateurs, machines-outils CN, etc.), ainsi que le raccourcissement des cycles des produits et le renouvellement de l'offre à une cadence de plus en plus rapide, qui impliquent de refondre les chaînes de production plus fréquemment, jouent dans le sens d'une diminution de la durée de vie utile des actifs. Même si l'on trouve quelques d'exemples d'actifs particuliers dont la durée de vie augmente (par exemple les automobiles ou les avions), et que le développement de systèmes de production flexibles viendrait tempérer l'impact du raccourcissement des cycles de production, la tendance générale des durées de vie utiles semblait plutôt à la baisse au cours des dernières décennies (Organisation de coopération et de développement économiques, 2001, pp. 54–56 et 118).

Enfin, faute de données là aussi, la durée de vie des différents actifs est ici supposée indépendante de l'intensité de leur utilisation²³⁷.

5.2.2.3. Le calcul de la Formation Brute de Capital Fixe

Suivant la logique d'un modèle d'accélérateur, nous supposons que l'investissement opère à chaque instant un ajustement des stocks d'actifs à des niveaux « cibles », qui dépendent, pour chaque branche, du volume de production anticipé pour la période, et de l'intensité capitalistique relative à chaque type d'actif. Nous posons également l'hypothèse supplémentaire qu'il n'y a pas de « désinvestissement », c'est-à-dire de flux d'investissement négatif : les comportements de désinvestissement sont en effet assez rarement observés en pratique, compte tenu du coût induit souvent prohibitif (Kergueris, 2002). Ainsi, pour chaque stock d'actifs de type k employés dans une branche i , le flux d'investissement - ou plus précisément de formation brute de capital fixe - peut s'écrire comme la partie positive de la différence entre le niveau « cible », et le niveau courant du stock $K_{i,k}(t)$:

$$\text{Investissement}_{i,k}(t) = \text{MAX}[(\text{ForecastProd}_i(t) \times \text{KIntensityProd}_{i,k}(t)) - K_{i,k}(t); 0]$$

Avec :

- ForecastProd_i : le niveau de production (ou de valeur ajoutée) anticipé pour la branche i . *L'utilisateur du modèle peut choisir de renseigner la « fonction d'anticipation » qui lui convient.* Toutefois, celle-ci peut donner lieu à des comportements oscillatoires du modèle, qui n'ont pas été approfondis. Par défaut, la fonction d'anticipation proposée consiste en une simple extrapolation bornée de l'évolution du niveau de production (ou de valeur ajoutée) des deux périodes précédentes²³⁸ ;

²³⁷ Toutefois, il est possible de lier ces paramètres à l'avenir dans notre modèle, celui-ci incorpore déjà un module de calcul des taux d'utilisation des capacités de production dans les branches industrielles, basé sur des relations économétriques estimées à partir des données des enquêtes trimestrielles de conjoncture dans l'industrie de l'Insee, sur la période 1991-2013. Le module n'est pas décrit ici car non mobilisé ailleurs dans le modèle.

²³⁸ Afin de contourner un problème de connexion circulaire dans le logiciel STELLA (la FBCF étant une composante de la demande qui détermine le niveau de production, lequel, par son évolution détermine à son tour le niveau de FBCF : il y a donc une boucle de rétroaction), nous avons dû introduire un intégrateur, et donc un délai dans le modèle.

- $KIntensityProd_{i,k}$: Intensité capitalistique de la branche i relative au type d'actifs k . Les valeurs de l'année de base par défaut correspondent au ratio moyen du niveau du stock d'actifs de type k par le niveau de production (ou de valeur ajoutée) de la branche i , sur la période 2008-2012²³⁹. L'utilisateur peut choisir de les faire évoluer suivant les tendances moyennes (taux moyen d'évolution) observées sur les dix, vingt, ou trente dernières années, ou encore selon sa convenance. Les valeurs d'intensités capitalistiques sont indépendantes du niveau de production : nous ne prenons donc pas en compte d'éventuels effets d'échelle²⁴⁰.

Enfin, la FBCF totale *par type d'actif* k est convertie en FBCF *par type de produit* i – c'est à dire en demande de FBCF adressée à chaque branche i – par le biais d'une matrice de passage établie à partir de la note méthodologique (Baron, 2008, p. 112), et par recoupage entre les séries longues de FBCF totale par produit et par type d'actif (pour l'ensemble de l'économie)²⁴¹. Ainsi est modélisée la formation brute de capital fixe, composante de la demande finale.

Cette représentation se rapproche en quelque sorte d'une fonction de production *implicite* de type *Leontief* (ou "*à facteurs complémentaires*"), c'est à dire une forme de *recette* où la production requiert un niveau minimal de chaque *ingrédient* : $X = \min(aK; bL; cE; dM; \dots)$. Toutefois, ici, un certain niveau de capital *n'implique pas* un certain niveau de production : l'hypothèse d'absence de désinvestissement peut en effet induire des situations de suraccumulation de capital productif. Dans ce cas, l'ajustement au niveau de production se fait dans le modèle par le biais d'une variation des degrés d'utilisation des capacités, jusqu'à ce que le déclassement des actifs ramène les stocks à leurs niveaux cibles.

Soulignons par ailleurs que notre représentation, de par son niveau d'agrégation, conduit à adopter pour chaque type d'actif, une hypothèse implicite de possibilité de reconversion totale au sein d'une même branche de production – et uniquement au sein d'une même branche²⁴². Or, d'une part, si l'homogénéité relative des branches permet de supposer qu'un outil peut être aussi utile pour différentes entreprise d'une même branche, les possibilités de reconversion ne sont pas totales dans la réalité (un outil peut être spécifiquement adapté à un procédé industriel très particulier propre à une entreprise donnée, et ne pas être adaptable aux procédés industriels des autres entreprises) ; et d'autre part, les possibilités de reconversion de certains actifs (par exemple, les véhicules automobiles ou les ordinateurs...) peuvent très bien s'étendre à des branches différentes. Il y a donc ici surestimation du potentiel de reconversion au sein de chaque branche, et sous-estimation du potentiel de reconversion interbranche. Il serait intéressant d'approfondir à l'avenir la question du potentiel de reconversion du capital, dont pourrait fortement dépendre le niveau d'investissement requis en cas de transformation structurelle rapide de l'économie.

Le niveau d'agrégation choisi ne permet pas non plus de rendre compte de situations contrastées à une échelle plus fine, par exemple entre grandes et petites entreprises, certaines pouvant être en situation de suraccumulation et d'autres en sous-capacité.

Enfin, notons que dans la représentation proposée, le « progrès technique » n'est pas *incorporé* aux équipements : l'intensité capitalistique, qui est en quelque sorte l'inverse de la notion de productivité du

²³⁹ Compte tenu de la spécificité de cette période, il serait peut-être nécessaire de moyenner les valeurs sur une fourchette de temps plus large (bien que les « crises » puissent être considérées comme des périodes « normales » de la dynamique des économies capitalistes actuelles).

²⁴⁰ Les effets d'échelle peuvent s'observer au niveau des entreprises, mais pas nécessairement au niveau macroéconomique : une variation de la production peut provenir d'une variation de la production de chaque entreprise, comme d'une variation du nombre d'entreprises sans variation de leur production individuelle. Dans ce dernier cas, il n'y a pas d'effet d'échelle.

²⁴¹ Cette matrice de passage peut comporter quelques incertitudes.

²⁴² A l'exception des actifs de type « autres bâtiments et ouvrages » des différentes branches qui peuvent être reconvertis en logements pour la branche immobilière, afin de traduire une éventuelle modification d'usage des locaux de bureau en logement, suivant certaines propositions recueillies au cours de l'enquête (Cf. *Chapitre3- entretien C*)

capital²⁴³, s'applique à l'ensemble des actifs d'un stock, indépendamment de leur âge. Par conséquent, l'investissement ne joue pas ici le rôle d'incorporation des gains de productivité, qui sont définis de manière exogène ou tendancielle par l'utilisateur (à travers les intensités capitalistiques).

²⁴³ La productivité du capital correspond au rapport de la valeur ajoutée d'une branche par le stock de capital de la branche en question. L'expression peut prêter à confusion au premier abord, dans la mesure où capital physique, travail, ressources primaires (énergie et matériaux), consommations intermédiaires, connaissances et savoir-faire, sont des facteurs essentiellement complémentaires. On ne peut par conséquent délimiter la « part » de chacun dans la production, et donc pas plus attribuer une production à un facteur unique.

5.3. Echanges internationaux (Importations et Exportations)

La participation active de l'économie française au commerce international s'est traduite, au cours des cinquante dernières années, par une augmentation soutenue du volume des échanges internationaux, suivant la tendance générale du processus de mondialisation et de division internationale du travail (Figure 21). En 2014, le montant des exportations françaises, comme celui des importations, dépassait 600 milliards d'euros (soit plus de 28% de la valeur du PIB, contre moins de 14% en 1960 (Figure 22)) tandis que le solde commercial (biens et services compris), déficitaire depuis une dizaine d'années, s'établissait à près de -39 milliards d'euros, un chiffre largement imputable à la facture énergétique annuelle du pays²⁴⁴ d'environ 55 milliards d'euros pour cette période. L'évolution de ce solde sur les quinze dernières années s'explique pour l'essentiel par l'augmentation du prix des énergies (en particulier du pétrole), ainsi que la forte appréciation de l'euro qui a impacté la compétitivité-prix de la France (Louvot, 2004; Sautard et al., 2014).

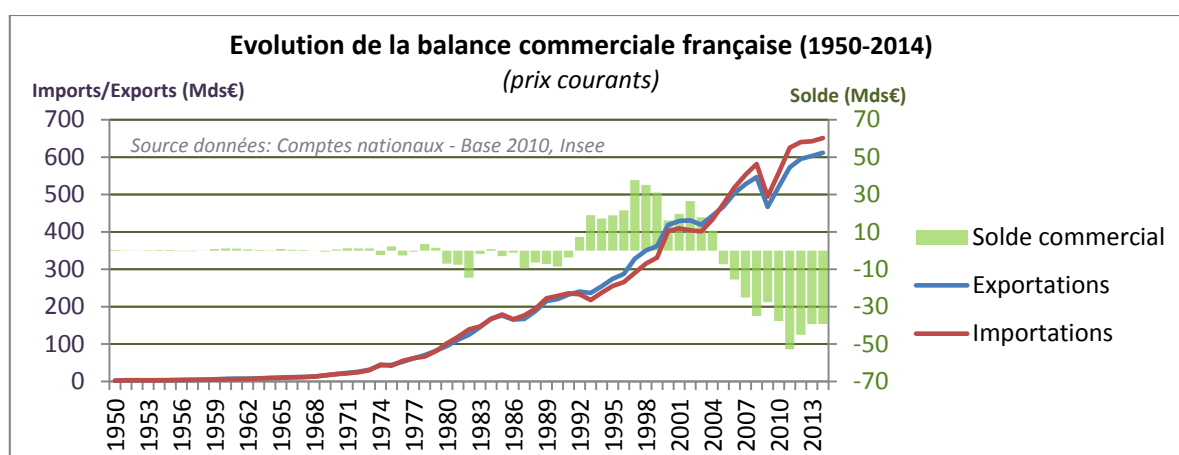


Figure 21 : Evolution de la balance commerciale française (1950-2014)

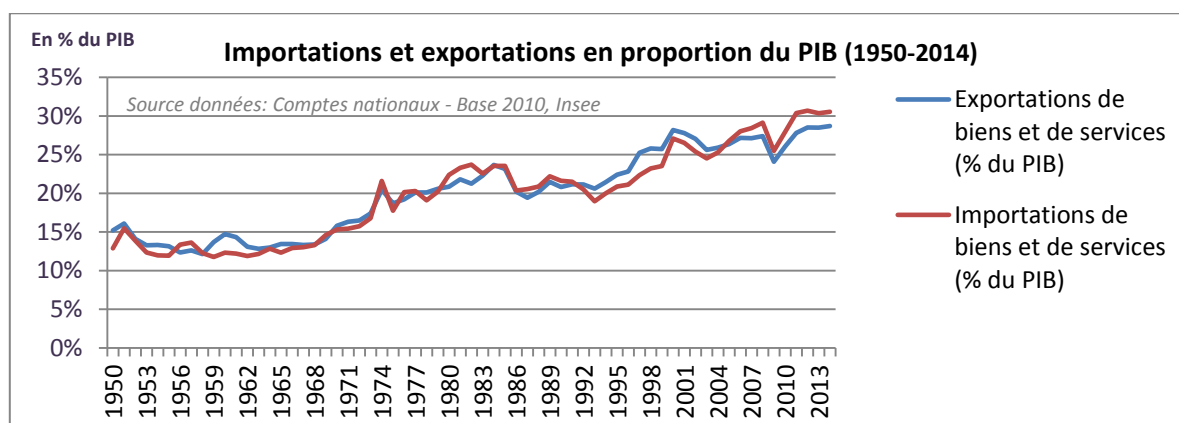


Figure 22 : Importations et exportations en proportion du PIB (1950-2014)

²⁴⁴ La « facture énergétique » correspond à la différence entre exportations et importations d'énergie. Celle-ci s'observe en grande partie (concernant les imports de pétrole brut notamment) à travers le solde -largement déficitaire- de la branche des industries extractives (Figure 23).

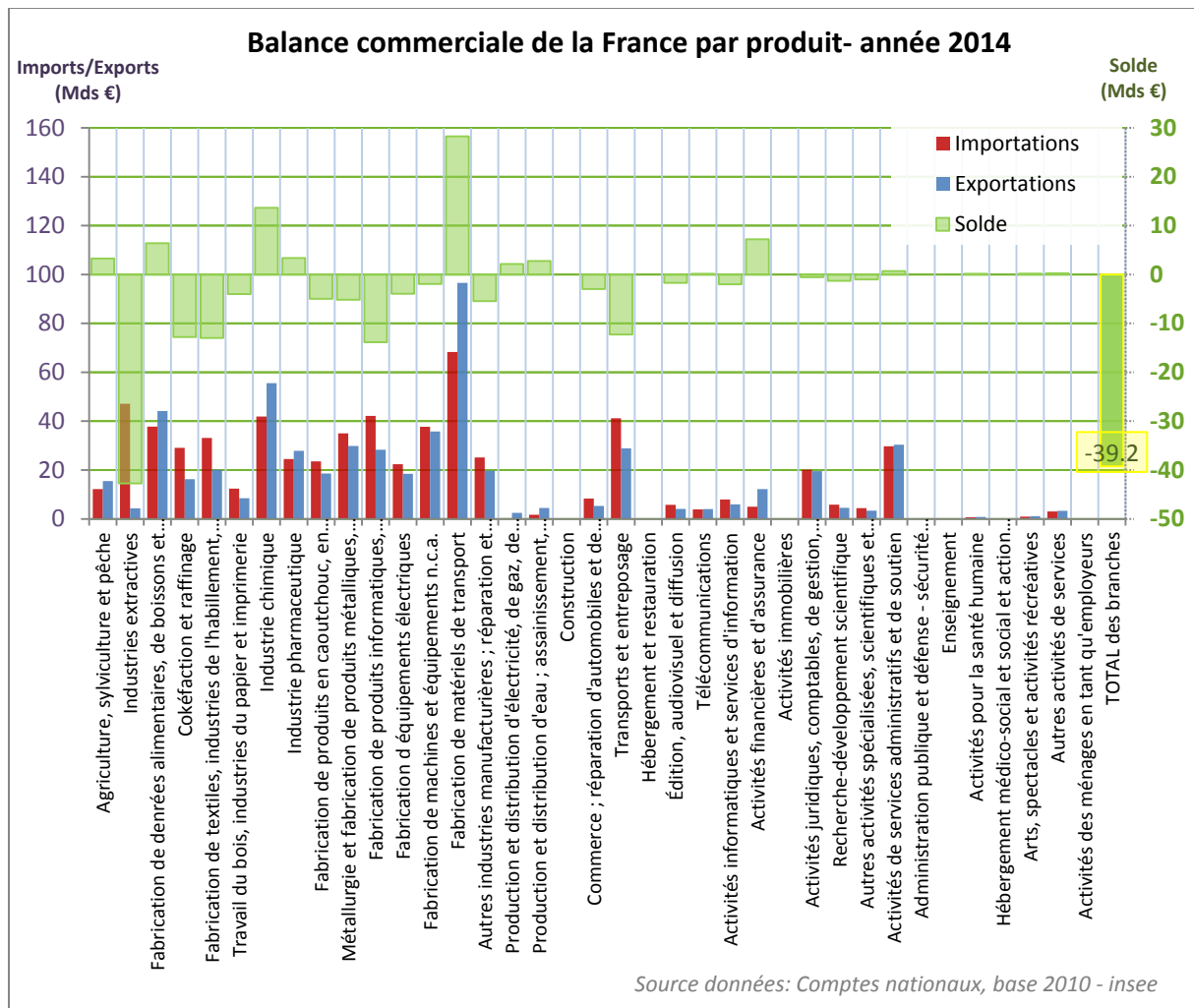


Figure 23 : Balance commerciale de la France par produit- année 2014

Rappelons au passage que, contrairement à une intuition trop répandue - et probablement liée au vocable employé -, un solde commercial déficitaire (ou excédentaire) n'est pas *en soi* problématique²⁴⁵. Il s'agit là d'un indicateur comptable partiel qui n'est que l'une des composantes de la balance courante (qui inclut en plus les revenus et les transferts courants), laquelle n'est elle-même qu'une partie de la balance des paiements (que nous ne représentons pas ici). On ne saurait donc l'interpréter hors contexte. S'il est cependant une situation –potentiellement inquiétante selon nous– qu'un déficit commercial *traduit*, c'est celle d'une certaine dépendance aux importations, et donc d'une hétéronomie économique du territoire.

Parmi les déterminants des échanges internationaux se trouve en premier lieu la structure de l'économie nationale : on peut noter sur la Figure 23 que les échanges internationaux concernent davantage les branches industrielles, productrices de biens manufacturés²⁴⁶ facilement transportables en général, que les services, qui sont, pour l'essentiel des « *utilités dépendantes du lieu, et donc peu facilement échangeables* » (Flipo, 2008, p. 26). Or comme le souligne Gadrey (2008), si les services « *ne nous font aucun mal quand ils nous tombent sur le pied* », ils ne s'affranchissent pas pour autant d'une matérialité fatale: déplacements des prestataires, des

²⁴⁵ Sur ce point, les lecteurs sceptiques pourront par exemple trouver des explications pédagogiques dans les billets de Delaigue (2009) ou encore Nicoulaud (2011)

²⁴⁶ Les biens manufacturés représentaient près de 70% des échanges commerciaux en Europe en 2010 (Organisation mondiale du commerce, 2011, tableau II.6).

clients et des usagers (ce qui suppose infrastructures, véhicules et consommations associées²⁴⁷), matérialité des espaces de relation (bâtiments, équipements, et leurs consommations), ou encore matérialité des outils techniques d'appui à la relation (informatique, réseaux et serveurs, etc.). Autant de produits et de commodités issus des branches l'industrie, qu'il faudra bien importer si l'on n'entreprend pas de les produire à domicile. Par conséquent, une économie s'orientant vers le secteur tertiaire, qui se prête mal aux exportations, mais qui repose sur des produits ne relevant pas de ses activités et qu'il faudra alors importer, devrait théoriquement voir décroître le volume de ses exportations et croître celui de ses importations.

Au-delà de la structure de l'économie, divers autres facteurs entrent simultanément en ligne de compte dans l'évolution des échanges internationaux. De manière générale, ceux-ci se retrouvent fréquemment regroupés sous la notion très large de demande (intérieure pour les importations et mondiale, ou du moins celle des principaux partenaires commerciaux pour les exportations) et celle, particulièrement fourre-tout, de "compétitivité"²⁴⁸ (Pamies-Sumner, 2005) et figure 24. Plus concrètement, parmi les principaux déterminants traditionnels, on citera tout d'abord la disponibilité locale des produits – à mettre en regard avec leur caractère essentiel ou non²⁴⁹ – (par exemple les ressources énergétiques ou minérales), et les marges de capacité de production des économies. Il faut également mentionner : les préférences des agents (consommateurs et entreprises) pour des produits domestiques ou étrangers (perception des produits étrangers, attitudes nationalistes, ou encore considérations éthiques et politiques pouvant se traduire par des formes de boycotts²⁵⁰, etc.) ; les caractéristiques qualitatives -réelles ou perçues- de l'offre (variété et qualité des produits, innovation, etc.) ; la *compétitivité-prix*, qui dépend des coûts de production et de logistique, mais aussi des taux de changes réels ; divers facteurs logistiques (proximité géographique, infrastructures de transport et communication, délais des transports) ; des facteurs historiques et relationnels (existence de réseaux commerciaux et financiers) ; et bien sûr, des facteurs *politiques* et *réglementaires* (tarifs douaniers, quotas d'importations, voire embargos...).

²⁴⁷ Gadrey (2008) cite en exemple un bilan carbone réalisé par l'ADEME pour une chaîne de supermarché, suivant lequel près de 40% de l'ensemble des émissions de l'activité seraient imputables aux déplacements des clients.

²⁴⁸ Le terme « compétitivité », de manière générale, renvoie à la capacité à faire face à un environnement concurrentiel. Il s'agit d'une notion intrinsèquement relative : capacité *par rapport* aux autres compétiteurs et surtout, capacité *au regard* de certains critères ou objectifs donnés. En économie, cette notion a pris le sens devenu commun de la capacité d'une entreprise ou d'une entité économique à vendre ses produits sur un marché concurrentiel donné (suivant la logique observée ou supposée du « croître ou mourir »). L'appliquer à un pays ou à une économie nationale constitue en quelque sorte un abus de langage dont on saisit intuitivement le sens (la compétitivité des entreprises françaises par rapport à celle des autres pays), mais que l'on se saurait estimer rigoureusement (la compétitivité peut varier d'une branche à l'autre, et à l'intérieur d'une branche, d'une entreprise à l'autre).

²⁴⁹ Du caractère essentiel ou non d'un produit et de sa disponibilité locale va dépendre l'élasticité des échanges. On peut considérer par exemple le cas de certains pays du « Sud » ayant « perdu » leur autonomie alimentaire, tout autant que celui de notre dépendance aux hydrocarbures.

²⁵⁰ Citons l'exemple des « locavores », pour qui la distance du lieu de production au lieu de consommation constitue un critère de sélection essentiel pour les produits alimentaires (entre autres) (voir : <http://locavores.fr/>).

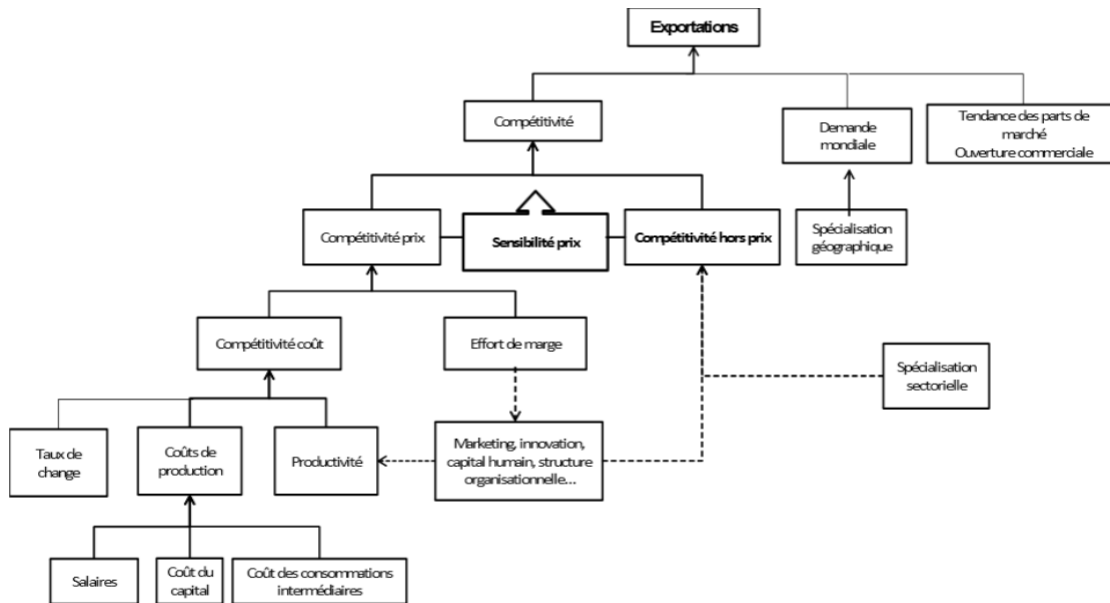


Figure 24 : Déterminants des exportations d'après Sautard et al. (2014, p. 3)

L'ensemble de ces éléments, leur dimension souvent qualitative, l'incertitude forte au sujet de leurs évolutions, leur articulation – enchevêtrement, devrions-nous dire – complexe, et le poids des leviers réglementaires et des décisions politiques²⁵¹ (y compris celles des autres pays du monde²⁵²), rendent vaine toute tentative de détermination endogène des flux commerciaux internationaux à moyen et long terme. Nous ne nous appesantirons donc pas à proposer une modélisation quantitative des différents mécanismes en jeu ici. Nous nous contenterons de faire reposer l'évolution des échanges plus ou moins directement sur des hypothèses exogènes (avec, dans les deux cas, une désagrégation par type de produit qui nous permet une certaine prise en compte des effets structurels) :

- **Les importations** sont ainsi déterminées à partir d'hypothèses modifiables par l'utilisateur, concernant la part des produits importés dans le total des produits consommés, pour chaque type de produit i et d'emploi :

$$\begin{aligned} Imports_i(t) = & \%Import_CFinale_i(t) \times Conso_Finale_i(t) \\ & + \%Import_Invest_i(t) \times Investissement_i(t) \\ & + \%Import_CIntermédiaire_i(t) \times Conso_Intermédiaire_i(t) \\ & + \%Import_Exports_i(t) \times Exports_i(t) \end{aligned}$$

Avec :

- $\%Import_CFinale_i$: part des imports dans l'ensemble des produits de la branche i destinés à la consommation finale
- $\%Import_Invest_i$: part des imports dans l'ensemble des produits de la branche i destinés à l'investissement (FBCF)
- $\%Import_CIntermédiaire_i$: part des imports dans l'ensemble des produits de la branche i destinés aux consommations intermédiaires

²⁵¹ Si les politiques économiques unilatérales n'ont qu'un pouvoir limité pour pousser les exportations à la hausse (étant donné le poids des autres facteurs sur lesquels elles ne peuvent intervenir), rien ne les empêche toutefois, en théorie, d'exercer un pouvoir limitatif (à la baisse) sur celles-ci par le biais de réglementations, taxes ou quotas – reste à voir quelles raisons pourraient motiver ce choix. Dans le contexte actuel, il n'est par ailleurs pas à exclure que de telles réglementations, en faisant obstacle au commerce international, engendrent des réactions de la part de l'OMC ou de la Commission Européenne...

²⁵² On voit là l'une des limites du choix d'un périmètre national pour un modèle macroéconomique.

- $\%Import_Exports_i$: part des produits importés dans l'ensemble des produits de la branche i destinés à l'exportation

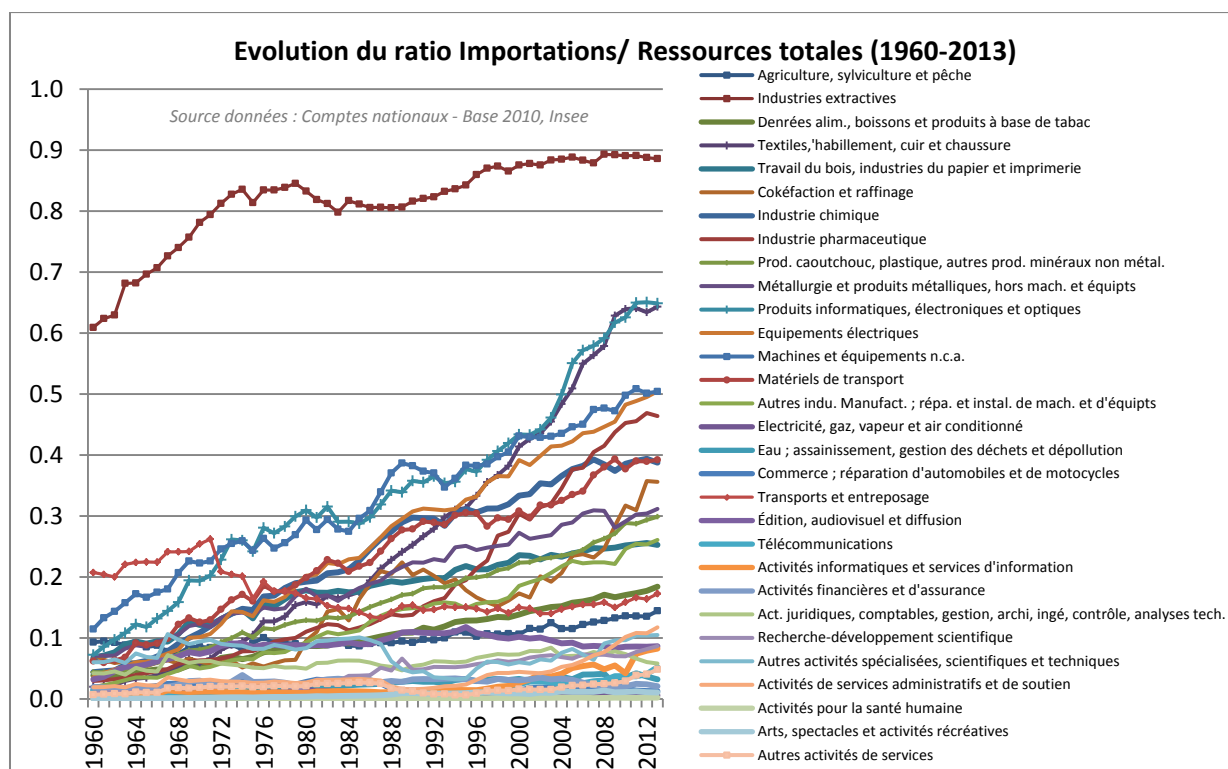


Figure 25 : Evolution du ratio Importations / Ressources totales (1960-2013)

- L'évolution des exportations peut quant à elle être définie de deux manières différentes dans notre modèle : pour chaque type de produit i , celle-ci peut être ou bien renseignée directement par l'utilisateur, en évolution relative par rapport au niveau des années de départ; ou alors définie proportionnellement aux importations²⁵³, à travers un coefficient $R_expimp_i(t)$ modifiable par l'utilisateur. Cette dernière option est celle proposée par défaut.

$$Exports_i(t) = R_expimp_i(t) \times Imports_i(t - dt)$$

Les facteurs logistiques et le contexte réglementaire s'appliquant généralement de manière bidirectionnelle aux échanges, ils affectent théoriquement tout autant les exportations que les importations, et par conséquent, poser l'hypothèse de leur évolution conjointe ne paraît pas déraisonnable. Toutefois, au premier abord, une telle relation de proportionnalité entre exportations et importations *de chaque type de produits i* , pour un pays donné, peut sembler aller à l'encontre de la logique de division internationale du travail, selon laquelle nous exporterions ce que nous produisons et importerions ce que nous ne produisons pas (d'où résulterait alors une évolution opposée entre imports et exports pour un type de produits donné). Mais la spécialisation économique ne s'observe pas seulement en termes de types de produits ou de branches d'activité, elle se décline aussi, et peut-être plus encore, en termes de types de tâches et de compétences à l'intérieur même des branches de production : ainsi la division internationale du travail peut se traduire par un éclatement géographique des chaînes de production, au cours desquelles les produits intermédiaires sont importés, retravaillés, puis réexportés sous forme de produits intermédiaires plus avancés ou de produits finis.

²⁵³ Dans ce cas, nous sommes forcés d'introduire un retard sous la forme d'un intégrateur dans le modèle afin d'éviter un problème de référence circulaire (on définit ici les exports par rapport aux imports qui sont eux-mêmes définis par rapport aux exports), d'où, dans l'équation, l'expression des exports à la date t en fonction des imports de la date $(t-dt)$. En considérant l'idée selon laquelle un produit doit d'abord être importé avant de pouvoir être réexporté, les importations étant alors antérieures aux exports, nous choisissons d'introduire le retard dans l'équation des exportations.

Une telle logique est alors susceptible d'induire un lien de proportionnalité entre importations et exportations d'une même branche pour un pays situé en milieu ou fin de chaîne. Ces éléments contribuent certainement à expliquer la (très) relative stabilité des ratios exportations/importations observée pour la plupart des branches²⁵⁴ au cours des dernières décennies (Figure 26), qui nous conforte dans ce choix de modélisation.

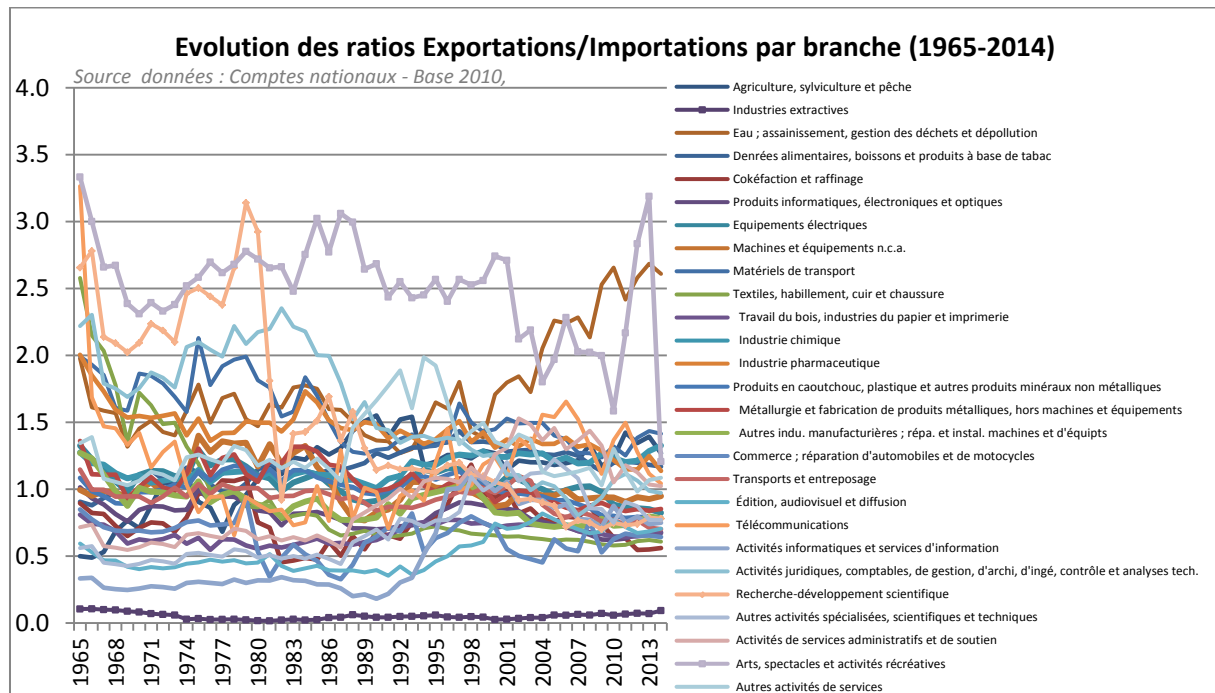


Figure 26 : Evolution des ratios Exportations/Importations par branche (1965-2014)

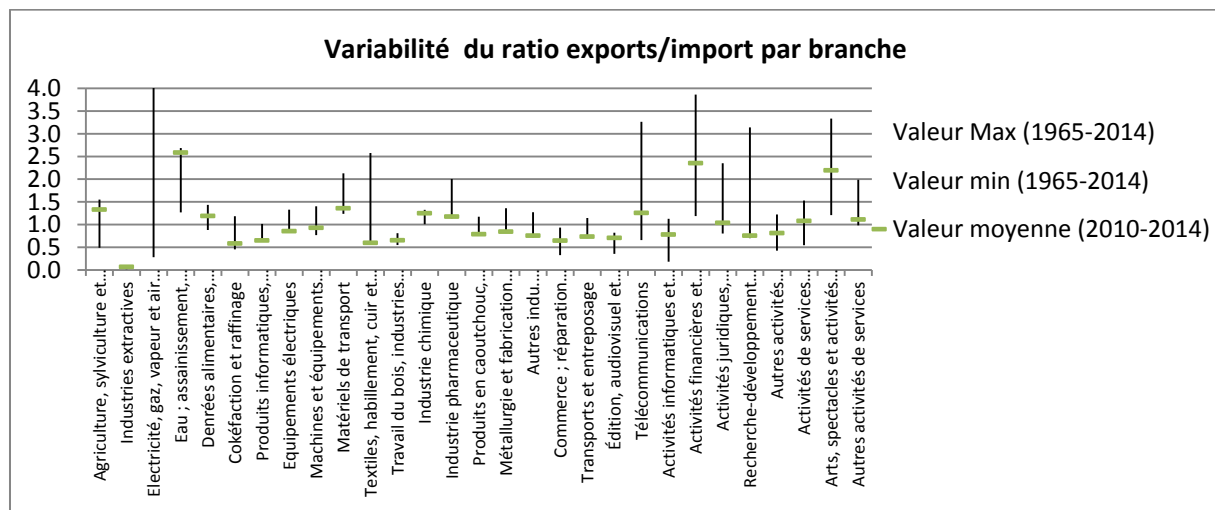


Figure 27 : Variabilité du ratio exports/import par branche

²⁵⁴ A l'exception notoire des branches « Production et distribution d'électricité, de gaz, de vapeur et d'air conditionné », « Production et distribution d'eau ; assainissement, gestion des déchets et dépollution », « activités pour la santé humaine », « activités financières et d'assurance », « arts spectacles et activités récréatives », qui présentent une forte variabilité de ce rapport sur les 50 dernières années...

6. Population Active, Emploi, et chômage

6.1. Le taux de chômage, un indicateur insuffisant

Parmi les différents indicateurs socio-économiques évalués par les instituts statistiques, ceux se rapportant au travail, ou plus précisément à l'emploi et au chômage, font de nos jours l'objet d'une attention médiatique et politique soutenue. La thématique de l'emploi semble devenue omniprésente dans les justifications affichées des politiques économiques, à tel point qu'elle peut parfois paraître monopoliser le débat et la réflexion politique. La monopoliser, mais également l'engourdir, car celle-ci reste souvent abordée à travers leur seule dimension statistique, se limitant souvent à des objectifs quantitatifs de création d'emplois et de taux de chômage, lesquels ne constituent que des indicateurs très parcellaires de la question du travail.

En effet, si le taux de chômage figure dans le cadre d'indicateurs proposés par O'Neill (2012b) (cf. Chapitre 3), ce n'est qu'en tant que *proxy* se rapportant à une « *finalité intermédiaire* » : il y est considéré digne d'intérêt dans la mesure où l'emploi est supposé être lié au « bien-être » (Clark and Oswald, 1994), et se rapporter, certes au revenu - et par là, à la capacité d'assurer matériellement son existence - mais encore à une forme d'épanouissement²⁵⁵. Symétriquement, le chômage est un facteur potentiel de stigmatisation et d'exclusion (Herman, 2007), il peut aussi être vécu comme une perte de dignité et d'identité, comme source d'ennui, et n'est pas sans influence sur la santé (Roques, 2004; Sermet and Khat, 2004)²⁵⁶.

Toutefois, ces liens sont complexes et méritent d'être considérés plus en détail : la forte progression des taux de chômage depuis le milieu des années 1970, puis leurs oscillations conjoncturelles depuis une vingtaine d'années à des niveaux historiquement élevés (Figure 30) ne suffit pas à rendre compte des mutations survenues dans le monde du travail, et des enjeux socio-économiques contemporains qui en découlent. Tout d'abord, si la société fait le choix de faire dépendre les revenus quasi-exclusivement du travail rémunéré²⁵⁷, un emploi ne garantit pas pour autant le confort des conditions matérielles d'existences pour tout le monde: en 2010, 7.5% des personnes en emploi étaient en situation de pauvreté monétaire (INSEE, 2012b, pp. 206–207). Et pour cause : la norme de l'emploi a fortement évolué depuis les années 1980. Comme le soulignent Bayon et al. (2012, p. 174), « [l]a plupart des emplois créés sont aujourd'hui des CDD, des emplois intérimaires, du temps partiel contraint, des "emplois aidés" (inventés par la gauche au pouvoir au milieu des années 1980). Ceux-ci, précaires et souvent non qualifiés sont sous-payés [...] ».

André Gorz (1993b, p. 55), dont la réflexion approfondie (et toujours d'actualité) sur le sujet nous est précieuse ici, observait il y a plus de vingt ans déjà, que « [...] *l'emploi stable, à temps plein, toute l'année et toute la vie active durant, devient le privilège d'une minorité [alors] que, pour près de la moitié de la population active, le travail cesse d'être un métier qui les intègre dans une communauté productive et définit leur place dans la société* ». A ce dernier point, plusieurs explications : d'une part, la forte diminution du temps de travail dans les pays dits « développés » au cours du siècle passé, fait que celui-ci occupe temporellement moins de place dans la vie des gens : en France, par exemple, la durée annuelle de travail par personne a en moyenne diminué de 30% entre 1950 et 2007²⁵⁸, sous l'effet conjugué de la salarisation et de la réduction de la durée du travail des salariés (Bouvier and Diallo, 2010) (Figure 28).

²⁵⁵ A ce propos Schumacher (1974, p. 46) a écrit : *"If a man has no chance of obtaining work he is in a desperate position, not simply because he lacks an income but because he lacks this nourishing and enlivening factor of disciplined work which nothing can replace"*.

²⁵⁶ D'où le caractère quelque peu insuffisant de la célèbre boutade de Coluche dans son *sketch* « Le chômeur » (1986) : « *On dit : "ouais, y'a déjà 3 millions de personnes qui réclament du travail." - C'est pas vrai : de l'argent leur suffirait !* ». Il faut en effet souligner, avec Polanyi, que « *les intérêts de classe se rapportent très directement au prestige et au rang, au statut et à la sécurité, c'est-à-dire que, primordialement, ils ne sont pas économiques, mais sociaux* » (Polanyi, 1983b, p. 207).

²⁵⁷ A l'exception peut-être d'une catégorie de rentiers qui ne correspondent qu'à une partie très restreinte de la population, ou des allocataires d'aides comme le RSA, dont l'attribution reste conditionnelle.

²⁵⁸ A titre informatif, rappelons que jusqu'au début du XVIII^e siècle, la norme était de l'ordre de mille heures par an. « *Au début du siècle, un emploi à plein temps, c'était plus de 3000 heures par an. En 1960, c'était 2100 heures. [...]* » (Delors,

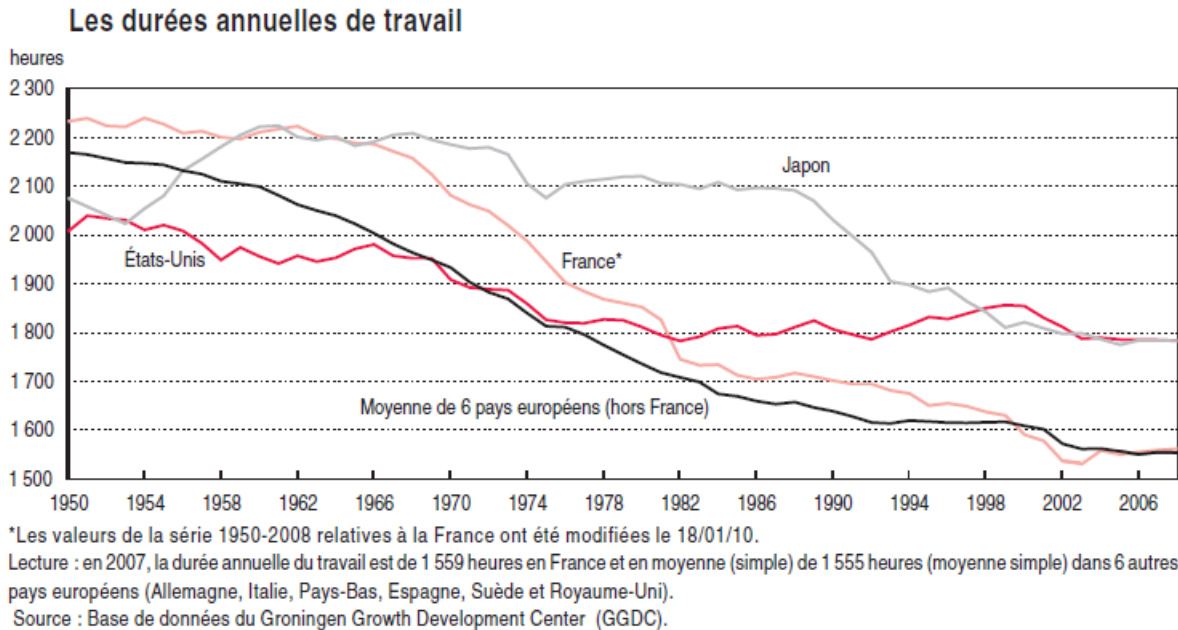


Figure 28 : Evolution de la durée annuelle de travail (1950-2006) ; source:(Bouvier and Diallo, 2010)

D'autre part, et peut-être bien plus encore, il faut y voir l'effet d'une mutation dans la nature même du travail : celui-ci, « dans la grande majorité des emplois, ne correspon[d] plus du tout au concept forgé par Hegel et Marx (le travail comme objectivation créatrice de la domination de l'homme sur la matière) »²⁵⁹ (Gorz, 1993b, p. 85). « La question est [...] de savoir dans quelle mesure cette conception du travail due, pour l'essentiel, aux ouvriers professionnels de XIX^{ème} siècle – à des ouvriers encore proches de l'artisanat, qui maîtrisaient pleinement les procédés de fabrication et les produits à fabriquer – peut s'appliquer au travail largement dématérialisé, prédéterminé, spécialisé, sans prise ni influence sur les procédés et sur sa destination finale, qui prévaut aujourd'hui dans l'espace macrosocial, et qu'on appelle habituellement "le travail", sans plus » (Gorz, 1993b, p. 116). Toujours selon Gorz (1993b, p. 140), « les individus ne s'identifient plus à leur travail, même quand il est intéressant et qualifié, car il leur apparaît le plus souvent comme une spécialisation fonctionnelle au service d'une mégamachine sur laquelle ils n'ont pas prise. Ils ne s'identifient plus à leur place dans le processus social de production [...] et ont à se chercher, à se réaliser par des voies et des moyens qui ne sont pas d'avance donnés. De cette quête, le travail professionnel rémunéré est, au mieux, une dimension parmi d'autres ; c'est rarement la plus importante » (Gorz, 1993b, p. 160). Par conséquent, pour Gorz (1993b, p. 52), « le travail n'est plus le principal ciment social, ni le principal facteur de socialisation, ni l'occupation principale de chacun, ni la principale source de richesse et de bien-être, ni le sens et le centre de nos vies ».

Dès lors, il convient de considérer les indicateurs quantitatifs de taux de chômage ou de nombre d'emplois créés avec un certain recul. D'autant plus qu'ils renvoient, à travers les conventions, les contours et les critères adoptés pour le processus de quantification, à une certaine notion moderne du « travail », entendu comme prestation « fourni[e] dans la sphère publique, non dans la sphère privée [...] destiné[e] aux autres en tant

1988, cité par Gorz, 1993b, p. 178), note qu'en 1946 un salarié âgé de 20 ans devait s'attendre à passer au travail un tiers de sa vie éveillée ; en 1975, un quart seulement ; en 1990, moins d'un cinquième (Gorz, 1993b, p. 179).

²⁵⁹ Chez Hegel, le concept de « travail » doit être compris comme « l'activité par laquelle l'être humain extériorise son être – c'est-à-dire le produit comme être existant objectivement hors de soi –, comme "activité pratico-sensorielle", comme "mise en forme appropriative du monde objectif" [Oskar Negt], donc au sens de la poïésis grecque : il est pour l'individu "le moyen de sa réalisation personnelle" pour autant qu'il "produit des objets non aliénés". "Travail" désigne donc ostensiblement ici l'activité non aliénée, autodéterminée par laquelle un sujet transforme et s'approprie le monde sensible. » (Gorz, 1993b, pp. 115–116). Selon Gorz : « [c]e n'est qu'au cours du XIX^{ème} siècle, avec l'apparition d'une classe d'ouvriers professionnels, que "travail" prend le sens d'activité créatrice, « poïétique » qui, façonnant la matière et maîtrisant la nature, est source de toute richesse. Le moderne concept de travail représente donc une catégorie socio-historique, non une catégorie anthropologique. » (Gorz, 1993b, p. 113)(voir aussi : Gorz, 2004).

qu'individus sociaux et non en tant qu'individus privés[...] [et ayant] une validité ou valeur sociale reconnue et [...] attestée par la possibilité de l'échanger contre une quantité déterminée d'un quelconque autre travail, autrement dit par la possibilité de le vendre, de le présenter sous forme de marchandise. » (Gorz, 1993b, p. 113). Une telle notion est certes appropriée à la description d'une « société de marché » au sens où l'entend Polanyi (1983b), mais l'est beaucoup moins s'il s'agit de rendre compte d'une éventuelle évolution de la part du don, de l'économie informelle, de l'autoproduction et du travail *pour soi* - d'une éventuelle « grande transformation inversée » en quelque sorte, qui semble constituer un élément clé des visions de plusieurs objecteurs de croissance (cf. *Chapitre 1* et entretiens B et C du *Chapitre 3*).²⁶⁰

6.2. Les cadres conceptuels : activité/inactivité, emploi/chômage

Des différents thèmes abordés à travers cet exercice prospectif, celui du travail, de l'emploi et du chômage est probablement celui qui mériterait la discussion la plus approfondie, tant un travail de re-conceptualisation nous paraît nécessaire. Nous devons cependant nous contenter ici encore des catégories conceptuelles et statistiques disponibles. En l'occurrence, celles-ci s'articulent essentiellement autour des dichotomies activité/inactivité et emploi/chômage (Figure 29).

Nous incorporons donc à notre modèle des indicateurs de nombre et de taux d'emplois, d'activité, et de chômage, qui demeurent les principaux indicateurs socioéconomiques quantitatifs publiquement disponibles et susceptibles d'être intégrés à un modèle numérique *appliqué*. Leur prise en compte ne dispense pas, évidemment, d'une réflexion autour des différents scénarios à modéliser, à propos de la nature des emplois, des conditions concrètes de travail, de sous-emploi et de chômage, sur l'accès à d'autres moyens - annexes ou parallèles- de subvenir à ses « besoins », sur le rapport aux outils (convivial ou non), sur la nature et l'organisation hiérarchique des relations humaines au sein des structures de production, leur caractère démocratique, ou sur le sens donné au travail : toutes ces dimensions qualitatives qui sortent du domaine de compétences de la modélisation numérique, mais qui sont pourtant essentielles.

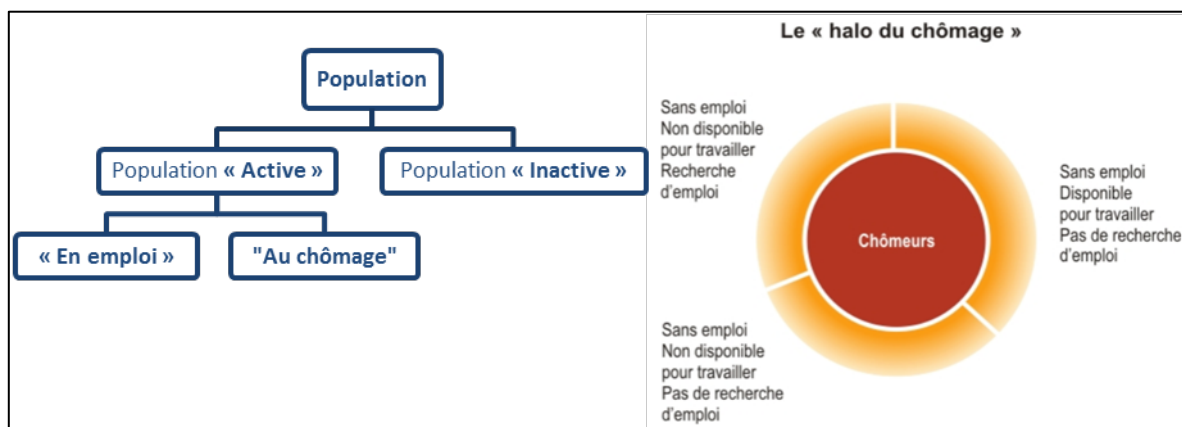


Figure 29 : « activité/inactivité » et « emploi/chômage » et halo du chômage (source : INSEE, 2012))

²⁶⁰ Il s'agit là d'un problème similaire à celui évoqué plus haut au sujet du périmètre de la comptabilité nationale et de la (non-)prise en compte de l'économie informelle non-monnaire. Par ailleurs, en adoptant cette notion particulière du travail, s'interroge Gorz, « si, comme c'est la tendance aujourd'hui, la création d'emplois est posée comme but principal par la classe dirigeante, où s'arrêtera la transformation de toutes les activités en activités rétribuées, ayant leur rémunération pour raison et le rendement pour but ? » « A force de monétariser, de professionnaliser, de transformer en emplois les rares activités d'autoproduction et d'autoservice que nous assumons encore nous-mêmes, ne réduit-on pas, jusqu'à finalement l'anéantir, notre capacité à nous prendre en charge nous-mêmes, sapant ainsi les fondements de l'autonomie existentielle mais aussi les fondements de la socialité vécue et du tissu relationnel ? » (Gorz, 1993b, p. 65). La primauté de l'objectif de l'emploi n'est pas quelque chose de nouveau. C'était déjà l'ambition essentielle des politiques keynésiennes, et Galbraith observait déjà en 1958 : « *Not the goods but the employment provided by their production was the thing by which we set ultimate store* » (Galbraith, 1998, cité par Humbert, 2008, p. 79).

Avant de détailler le mode de traitement de ces indicateurs, reprécisons brièvement les concepts. L'Insee retient, pour définir le chômage, la définition du Bureau International du Travail (BIT), adoptée en 1982 et inchangée depuis, qui sert aux comparaisons internationales et à la mesure de l'évolution du chômage dans le temps). Selon celle-ci, est comptabilisée comme chômeur une personne (INSEE, n.d.):

- en âge de travailler (conventionnellement : 15 ans ou plus) ;
- sans emploi (n'ayant pas travaillé –moins d'une heure- pendant une semaine de référence) ;
- disponible pour prendre un emploi dans les 15 jours ;
- ayant cherché activement un emploi²⁶¹ dans le mois précédent, ou en ayant trouvé un qui commence dans moins de trois mois.

L'ensemble des personnes en situation d'emploi et des chômeurs constituent la population *active*. La population *inactive*, définie par la négative, correspond par conséquent aux personnes sans emploi et ne répondant pas aux critères précédents (âge, recherche d'emploi, et disponibilité).

Le caractère binaire de la distinction entre chômage et inactivité et les critères limitatifs²⁶² sur lesquels celle-ci est opérée, qui ne permettent pas de rendre compte de la diversité des situations vécues par les populations concernées, ont fait l'objet de nombreux débats et donné lieu à la notion de « halo autour du chômage », qui vise à englober – sans les assimiler- les personnes inactives, sans emploi, *souhaitant travailler*, mais non comptabilisées comme chômeurs. Il inclut donc : les personnes disponibles pour travailler mais ne cherchant pas d'emploi (parfois parce qu'elles attendent le résultat de démarches antérieures, ou parce qu'elles approchent de l'âge de la retraite) ; les personnes non disponibles cherchant un emploi (souvent parce qu'elles suivent des études, une formation ou gardent leurs enfants) ; et celles non disponibles et ne cherchant pas d'emploi (cf. Figure 29). Le graphe ci-dessous (Figure 30) illustre l'importance de la population concernée.

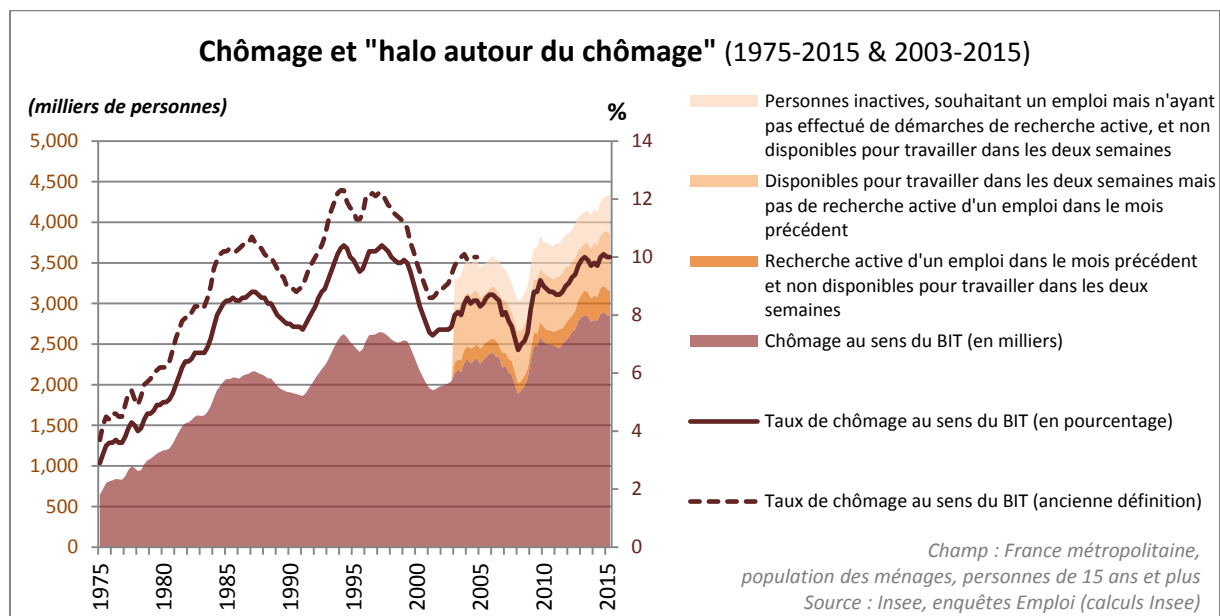


Figure 30 : Chômage et « halo autour du chômage » (1975-2015)

²⁶¹ Eurostat a dressé une liste précise des actes considérés comme une « démarche active spécifique » de recherche d'emploi.

²⁶² Limitatif vis-à-vis du chômage, mais aussi extensif vis-à-vis de l'emploi, puisqu'il suffit d'avoir « contribué à la production nationale » pendant ne serait-ce qu'une heure pendant la semaine de référence pour être considéré comme « en emploi ».

Symétriquement, en ce qui concerne la frontière de l'emploi, la diversité des situations concrètes a conduit le BIT à définir la notion de *sous-emploi*, relative à la durée de travail. Cette notion désigne des personnes « *ayant un emploi, mais* :

- *qui travaillent à temps partiel, qui souhaitent travailler plus, et qui recherchent un emploi et/ou qui sont disponibles pour travailler plus ;*
- *qui ont involontairement travaillé moins que d'habitude, pour cause de chômage partiel par exemple, qu'elles travaillent à temps plein ou à temps partiel. »* (INSEE, 2014b) (Figure 31)

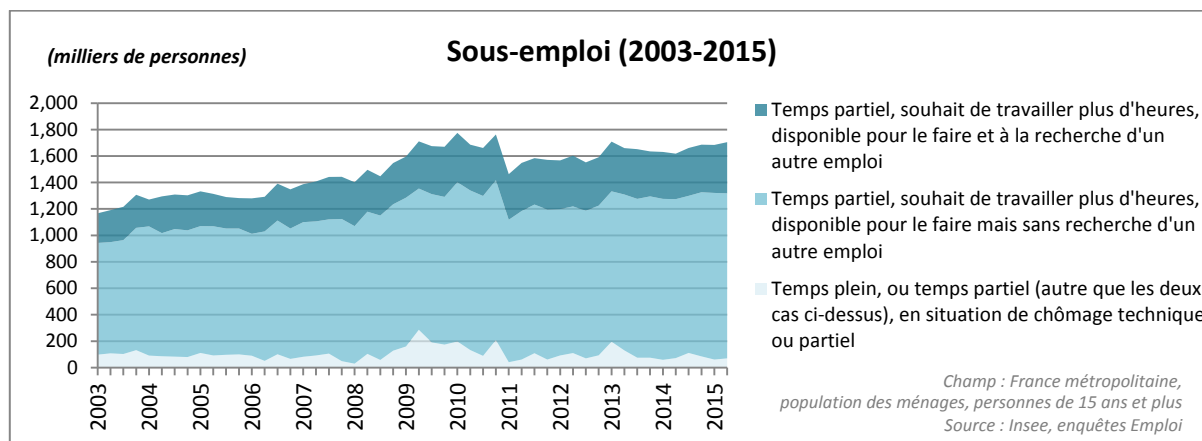


Figure 31 : Evolution du sous-emploi (2003-2015)

La mesure de ces différents indicateurs (emploi, sous-emploi, chômage et son halo) mobilise l'enquête emploi de l'Insee²⁶³.

Etant donné que les notions de « halo autour du chômage » et de « sous-emploi » se rapportent à l'(*in-*)*Jadéquation* entre les souhaits des personnes et leur situation concrète personnelle, il est particulièrement difficile d'en intégrer des indicateurs robustes dans un cadre de modélisation macroéconomique. Nous n'en définissons donc que des « proxys » (par exemple sur la base de ratios moyens observés), qu'il convient de considérer avec grande prudence – ou d'ignorer. La représentation adoptée dans notre modèle en ce qui concerne la population active, l'emploi, et le chômage, est détaillée dans ce qui suit.

²⁶³ Par ailleurs, la Direction de l'animation de la recherche, des études, et des statistiques du ministère du travail de l'emploi et de la santé (DARES) publie conjointement avec Pôle Emploi une statistique de demandeurs d'emploi inscrits en fin de mois à Pôle Emploi. Toutefois, les catégories statistiques ne correspondent pas exactement aux critères du BIT, sans compter que l'inscription à Pôle Emploi relève d'une démarche administrative, et dépend également des conditions d'accompagnement, d'attribution des indemnités, etc... Notons au passage que le champ des données relatives au chômage construites par l'Insee à partir de l'enquête emploi concerne la *population des ménages*, qui n'inclut pas les « sans domicile fixe ».

6.3. La population Active

Au-delà des déterminants évidents que sont l'accroissement naturel et le solde migratoire, l'évolution de la population active dépend pour l'essentiel des facteurs suivants :

- la structure de la pyramide des âges (Figure 35) : ce facteur devrait jouer à la baisse dans les années à venir avec l'arrivée à la retraite des générations nombreuses du « baby-boom » ;
- l'âge de la retraite (l'âge d'ouverture des droits, l'âge de départ à taux plein, et les possibilités de départs en préretraite) : son recul successif et les allongements de carrières expliquent notamment la hausse des taux d'activité des seniors constatée depuis 1995 (Figure 32) ;
- l'évolution des taux et de la durée de scolarisation, de la temporalité des périodes de formation au cours de la vie : ces déterminants expliquent l'essentiel de la diminution des taux d'activité des jeunes (15-25 ans) entre 1975 et 1995 (Figure 32)²⁶⁴ ;
- la structure de l'économie en termes d'emplois : par exemple, la baisse des taux d'activité observée entre 1970 et 1990 chez les seniors (Figure 32) serait en partie due au déclin de certains secteurs comme l'artisanat ou l'agriculture, dans lesquels on quittait traditionnellement son activité à un âge avancé (Biesse and Cabannes, 2013) ;
- L'évolution de l'activité féminine : ce que traduit la hausse du taux d'activité global de la population féminine au cours des 40 dernières années (Figure 33) n'est pas une plus grande participation des femmes au processus de production, mais plutôt une évolution de la nature de leurs activités, qui prennent désormais place dans la sphère publique²⁶⁵, alors qu'auparavant, celles-ci s'effectuaient dans la sphère domestique (par exemple, travail dans l'exploitation agricole ou le commerce familial), et n'étaient pas comptabilisées comme activité. On observe une convergence entre les taux d'activité féminins et masculins au cours des dernières décennies.

Nous abordons ici la population active à travers un modèle à cohortes (par âge et sexe) de taux d'activité²⁶⁶. Le nombre total de personnes *actives* est calculé par :

$$NbActifs = \sum_{\text{âge}} \sum_{\text{sexe}} (Population_{\text{âge,sexe}} \times TxActivité_{\text{âge,sexe}})$$

Cette représentation permet d'intégrer l'effet des évolutions démographiques (accroissement de la population, structure de la pyramide des âges). La Figure 32 illustre par exemple la sensibilité du taux d'activité global (population de 15 ans et plus) aux hypothèses démographiques. Le rôle des autres déterminants est à prendre en compte à travers l'évolution des taux d'activité par âge et sexe, *laquelle est à renseigner de manière exogène par l'utilisateur* (dans la version actuelle du modèle²⁶⁷).

²⁶⁴ En France, le taux de scolarisation à 19-20 ans a augmenté de près de 30 points entre 1985 et 1995, (celui à 20 ans passant d'environ 25% à plus de 55%). Sur cette même période, l'espérance de scolarisation à 15 ans est passée d'environ 5 ans à plus de 6.5 ans (cette évolution semble s'être stabilisée depuis) (Durier, 2006). La poursuite des études jusqu'à un degré élevé est en partie motivée par la recherche d'une protection contre le chômage, d'autant plus que l'évolution des processus de production dans les industries et le tertiaire réclame une main d'œuvre de plus en plus qualifiée.

²⁶⁵ Cette évolution résulte notamment de l'évolution des schémas traditionnels et des structures familiales, d'une volonté d'émancipation qui passe par la recherche d'une plus grande indépendance financière, mais aussi de la tertiarisation de l'économie, le tertiaire étant un secteur où elles rencontrent moins de discrimination à l'embauche. Il faut enfin ajouter le rôle du développement du travail à temps partiel, et surtout de la réduction du temps de travail, qui, en laissant davantage de temps pour la gestion des contraintes familiales – qu'elles assurent encore pour la plus grande partie –, peut modifier l'arbitrage des femmes entre emploi et retrait de la vie professionnelle. (Inan, 2009, p. 373)

²⁶⁶ Le taux d'activité correspond au rapport entre le nombre de personnes actives dans une population donnée, et l'effectif total de cette population.

²⁶⁷ Il est tout à fait envisageable de faire dépendre, dans le modèle, les taux d'activité de chaque classe d'âge des taux de scolarisation correspondants (évolution inverse et à peu près complémentaire), ou de l'âge de la retraite (une évolution de l'âge de la retraite peut se traduire en première approximation par un décalage des taux d'activité par âge).

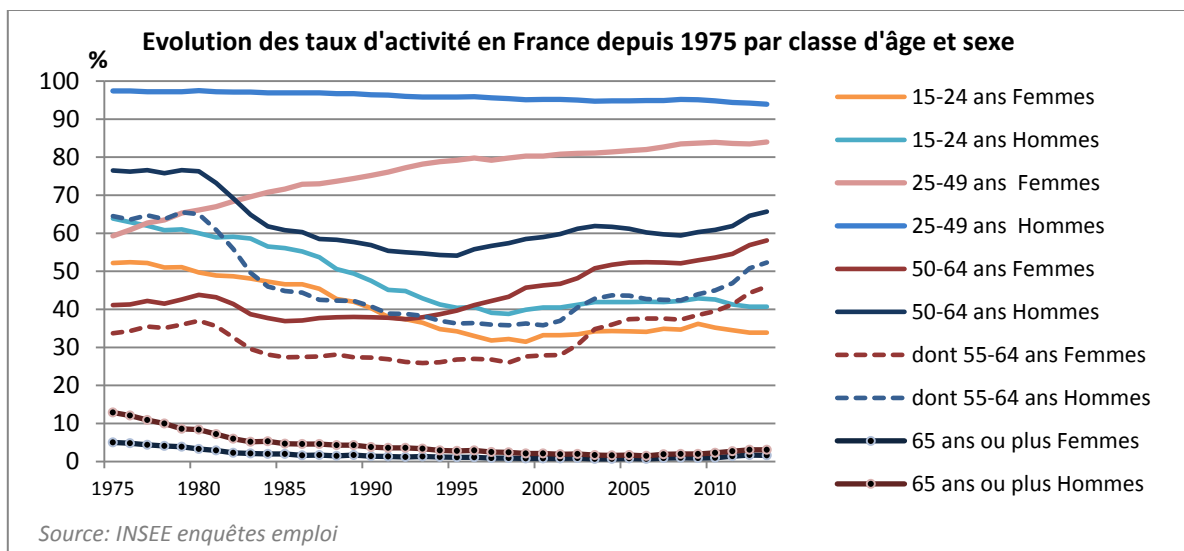


Figure 32 : Evolution des taux d'activité en France depuis 1975 par classe d'âge et sexe

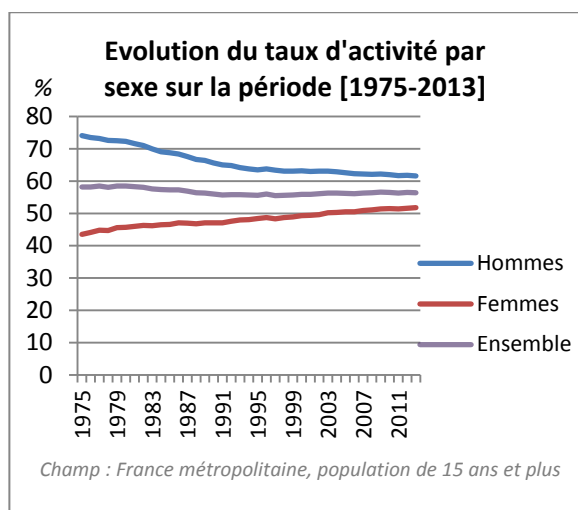


Figure 33 : Evolution du taux d'activité par sexe sur la période (1975-2013)

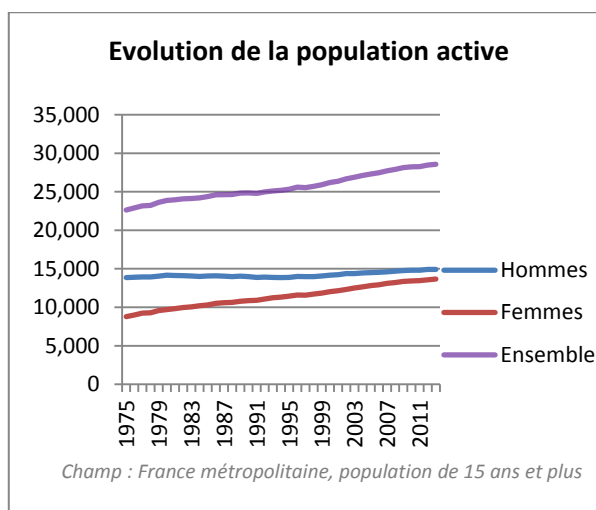


Figure 34 : Evolution de la population active (1975-2013)

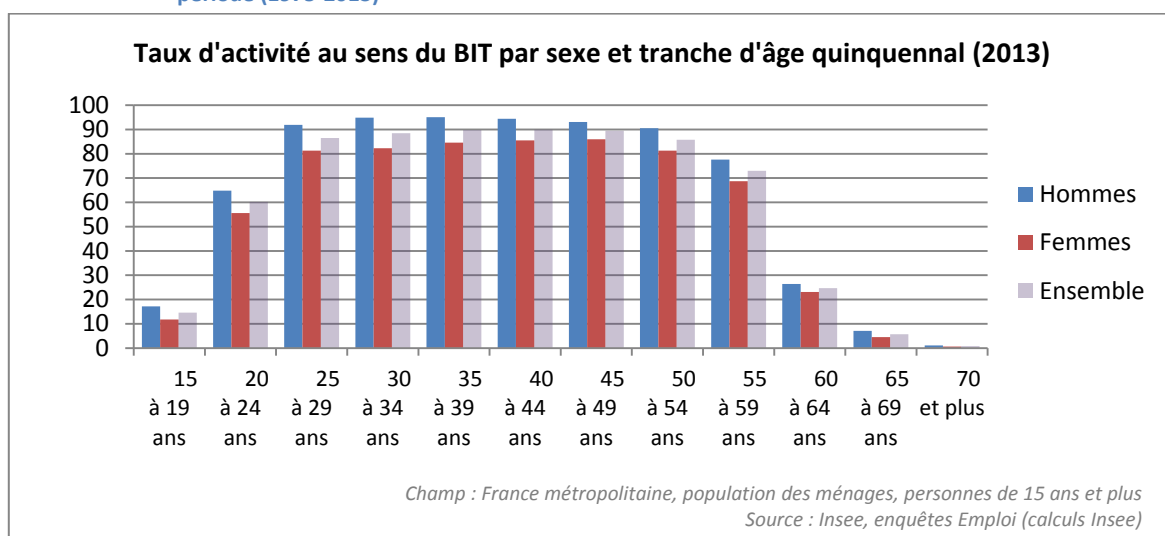


Figure 35 : Taux d'activité au sens du BIT par sexe et tranche d'âge quinquennal (2013)

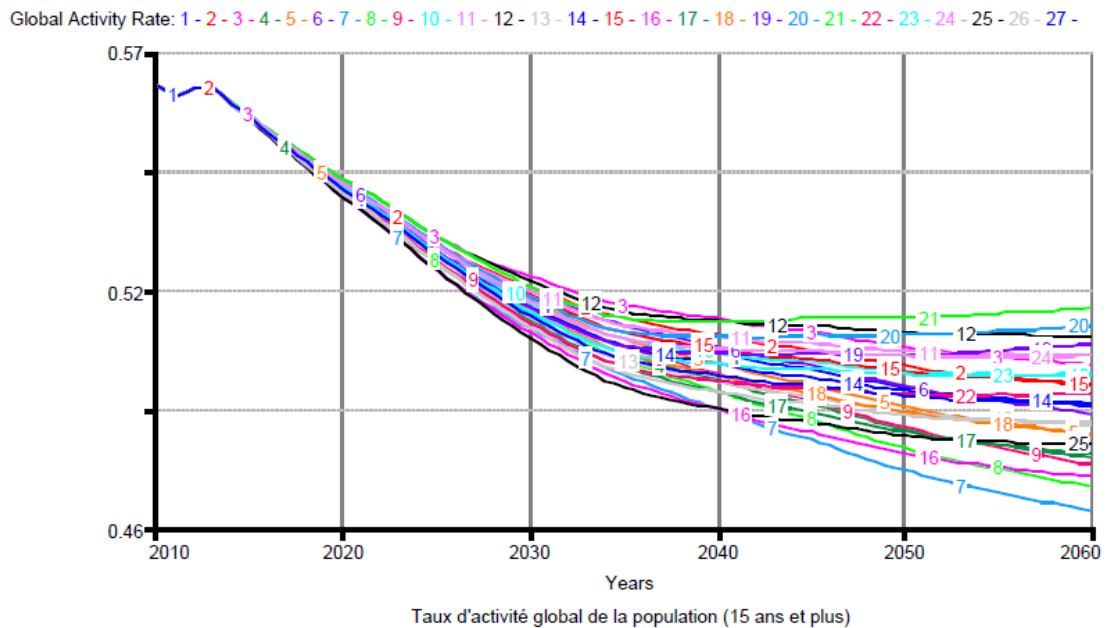


Figure 36 : « Eventail » d'évolutions du taux d'activité global de la population de 15 ans et plus, à taux d'activité par âge et sexe constant, correspondant aux différents jeux d'hypothèses démographiques proposés à l'utilisateur du modèle.

6.4. L'emploi

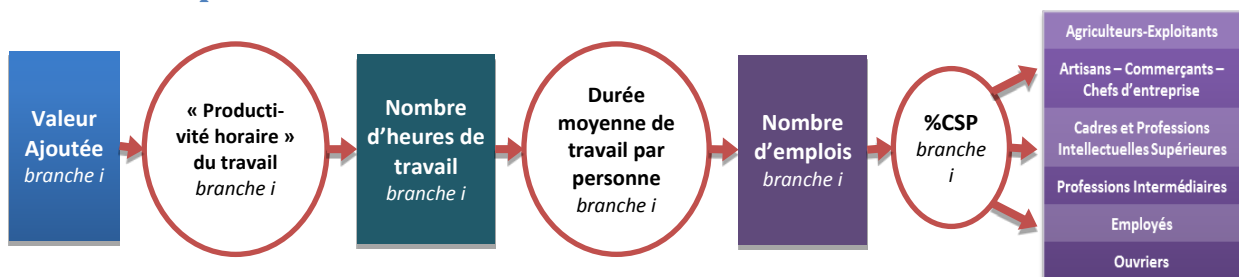


Figure 37 : Ventilation de l'emploi à l'intérieur de chaque branche par catégories socio-professionnelles (CSP)

La demande de travail découle ici du niveau de production envisagé²⁶⁸. Pour chaque branche i , nous calculons le Nombre total d'heures de travail correspondant au niveau de valeur ajoutée de la branche (obtenu par l'analyse entrées-sorties), via des hypothèses de *productivité horaire apparente du travail* :

$$HeuresTravaillées_i(t) = \frac{Valeur_Ajoutée_i(t)}{Productivité_Travail_i(t)}$$

Il faut ici comprendre le concept de *productivité apparente du travail* non pas comme une mesure du flux de production qui lui serait imputable²⁶⁹ – ce qui ne saurait avoir de sens pour des processus de production dans

²⁶⁸ L'approche adoptée ici, dont le choix a été influencé par le cadre statistique de la comptabilité nationale, traduit en quelque sorte la logique de la théorie keynésienne dans la mesure où l'emploi dépend du niveau de production, qui dépend de la demande.

lesquels les facteurs sont complémentaires (Harribey, 2007) –, mais plutôt comme l'idée qu'à *contexte organisationnel et technique donné*, une certaine quantité de travail est nécessaire et indispensable à l'obtention d'un certain niveau de production dans une branche particulière. La « productivité du travail » correspond donc ici à la notion inverse de « l'intensité en travail » d'un processus de production.

Les valeurs initiales de productivité apparente du travail de chaque branche sont issues de la comptabilité nationale, et leur évolution repose sur des hypothèses exogènes. *L'utilisateur peut notamment choisir d'appliquer de manière tendancielle, pour chaque branche, le taux moyen annuel d'amélioration de la productivité observé sur les 10, 15, 20, 30, ou 40 dernières années (cf. Figure 38); il peut encore définir explicitement l'évolution au cours du temps de ce taux d'amélioration pour chaque branche, ou directement celle de la productivité.*

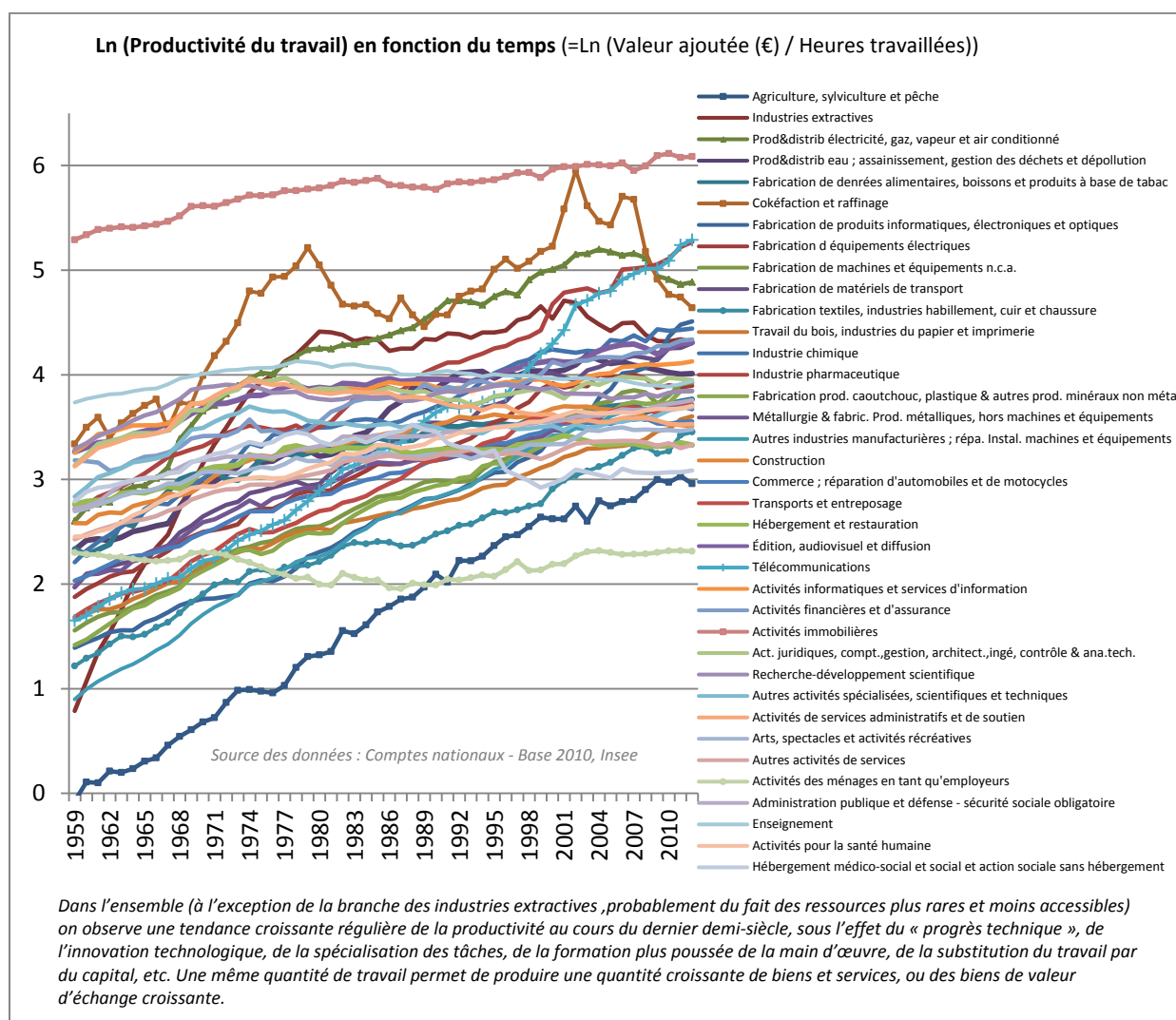


Figure 38 : Evolution de la productivité du travail en France pour les différentes branches (1959-2013), (logarithme)

²⁶⁹ Telles semblent être la conception intuitive et couramment admise du concept de *productivité du travail*, qui peut pourtant prêter à des idées fallacieuses lorsqu'appliqué à des approches sectorielles, notamment en faisant fi du contenu indirect en travail des consommations intermédiaires et des actifs fixes employés pour la production. Par exemple, le chiffre de 6% de croissance annuelle moyenne de la productivité du travail dans le secteur agricole français entre 1949 et 1973 masque ainsi l'apport *indirect* de travail contenu en amont dans les apports scientifiques, la production des intrants chimiques, le matériel, les bâtiments, etc. (Groupe du chêne, 2008, p. 149), bref, l'ensemble des moyens techniques et matériels qui ont permis la diminution du besoin de main d'œuvre à l'intérieur de la *branche agricole*. On retrouve ici en quelque sorte la notion de « détournement de production » proposée par Illich, qui invite à une réinterprétation plus holistique du concept de productivité.

Il conviendrait, pour assurer une certaine cohérence des hypothèses relatives au processus de production, de considérer conjointement celles relatives à la productivité du travail et celles relatives à l'intensité capitaliste de chaque branche. Car ces deux paramètres ne sont pas indépendants dans les faits : il existe, suivant les processus, une certaine marge de substituabilité entre travail et capital, et le dernier, notamment en incorporant le « progrès technique », contribue à augmenter la productivité du premier. Bien que les hypothèses de productivité du travail et d'intensité capitaliste soient *par défaut* indépendantes dans notre modèle²⁷⁰, nous permettons également à l'utilisateur de sélectionner une combinaison productive, c'est-à-dire un couple (productivité du travail – intensité capitaliste) correspondant à une année passée, au choix sur la période 1980 et 2012, et de définir la temporalité de la transition entre la combinaison actuelle et celle sélectionnée.

Il faudrait également, dans le choix de ces hypothèses de productivité et de combinaison productive, prendre en considération la disponibilité future des autres facteurs primaires, en particulier des ressources naturelles. Il est par exemple envisageable que la raréfaction des ressources énergétiques fossiles ou leur renchérissement conduise à une refonte des processus de production, pouvant se traduire par une plus forte intensité en travail, c'est-à-dire par une diminution de sa productivité (Kallis, 2011; Latouche, 2007b). Il est aussi probable que cette productivité soit affectée à la baisse par d'éventuelles contraintes ou réglementations environnementales (Cordonnier and Van de Velde, 2007). Car si la technique s'est dans une certaine mesure autonomisée du politique de par le passé, rien ne permet d'exclure pour le futur la possibilité d'une réappropriation politique du choix des modes et des processus de production. De ce point de vue, les paramètres de productivité du travail et d'intensité capitalistes ne sont pas indépendants des choix politiques, ce qui conforte notre choix de les laisser exogènes.

La deuxième étape du calcul consiste à passer du volume total d'heures travaillées par branche au nombre d'emplois, c'est-à-dire à effectuer la répartition, le « partage du temps de travail », à partir d'hypothèses exogènes de durée moyenne de travail par personne pour chaque branche i :

$$NbEmplois_i(t) = \frac{Heures_Travaillées_i(t)}{Durée_Travail_par_personne_i(t)}$$

Nous calculons également le nombre d'emplois en équivalents temps plein :

$$NbEmploisEQTP_i(t) = \frac{Heures_Travaillées_i(t)}{Durée_TempsPlein_i(t)}$$

Nous proposons en parallèle dans le modèle une deuxième option de calcul du nombre d'emploi, qui permet de distinguer le travail à temps partiel et le travail à temps plein, et qui permet d'intervenir sur la proportion d'emplois à temps partiel et à temps plein ainsi que sur la durée moyenne de travail dans les deux situations :

On peut alors écrire :

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Heures travaillées en temps plein} \qquad \text{Heures travaillées en Temps partiel} \\ \text{HeuresTravaillées}_i(t) = \text{Durée_TpsPlein}(t) \times \text{Emplois_TpsPlein}_i(t) + \text{Durée_TpsPartiel}(t) \times \text{Emplois_TpsPartiel}_i(t) \\ \frac{\text{Emplois_TpsPartiel}_i(t)}{(\text{Emplois_TpsPlein}_i(t) + \text{Emplois_TpsPartiel}_i(t))} = \%PartTime_i(t) \end{array} \right.$$

²⁷⁰ Contrairement à des modèles qui emploient par exemple des fonctions de production de type « à élasticité de substitution constante » (CES) ou Cobb-Douglas, dans lesquels les facteurs travail et capital sont liés par une relation mathématique. Un formalisme qui s'est dans notre cas révélé très inadéquat pour décrire les processus au niveau sectoriel (suite à une analyse économétrique par branche), ce qui n'est pas très surprenant au regard du niveau d'abstraction de sa base conceptuelle (qui le rend difficilement opérationnel), et de la fragilité de ses fondements théoriques. Sur ce point, nous renvoyons par exemple le lecteur à Harribey (2007).

Ce qui nous donne :

$$\begin{cases} \text{Emplois_TpsPlein}_i(t) = \frac{\text{HeuresTravaillées}_i(t)}{\text{Durée_TpsPlein}(t) + \text{Durée_TpsPartiel}(t) \times \left(\frac{\%PartTime(t)}{1 - \%PartTime(t)} \right)} \\ \text{Emplois_TpsPartiel}_i(t) = \frac{\text{HeuresTravaillées}_i(t)}{\text{Durée_TpsPartiel}(t) + \text{Durée_TpsPlein}(t) \times \left(\frac{1 - \%PartTime(t)}{\%PartTime(t)} \right)} \end{cases}$$

Et:

$$\text{NbEmplois}_i(t) = \text{Emplois_TpsPlein}_i(t) + \text{Emplois_TpsPartiel}_i(t)$$

Cette représentation adopte toutefois un niveau de désagrégation par branche moins poussé (17 branches au lieu de 37, et des durées moyennes de travail de temps plein et de temps partiel supposées identiques pour toutes les branches) contraint par la disponibilité des données, et est donc susceptible de « lisser » certains effets de structure. Le choix entre les deux options de calcul proposées dépendra donc de la nature des hypothèses du scénario à modéliser

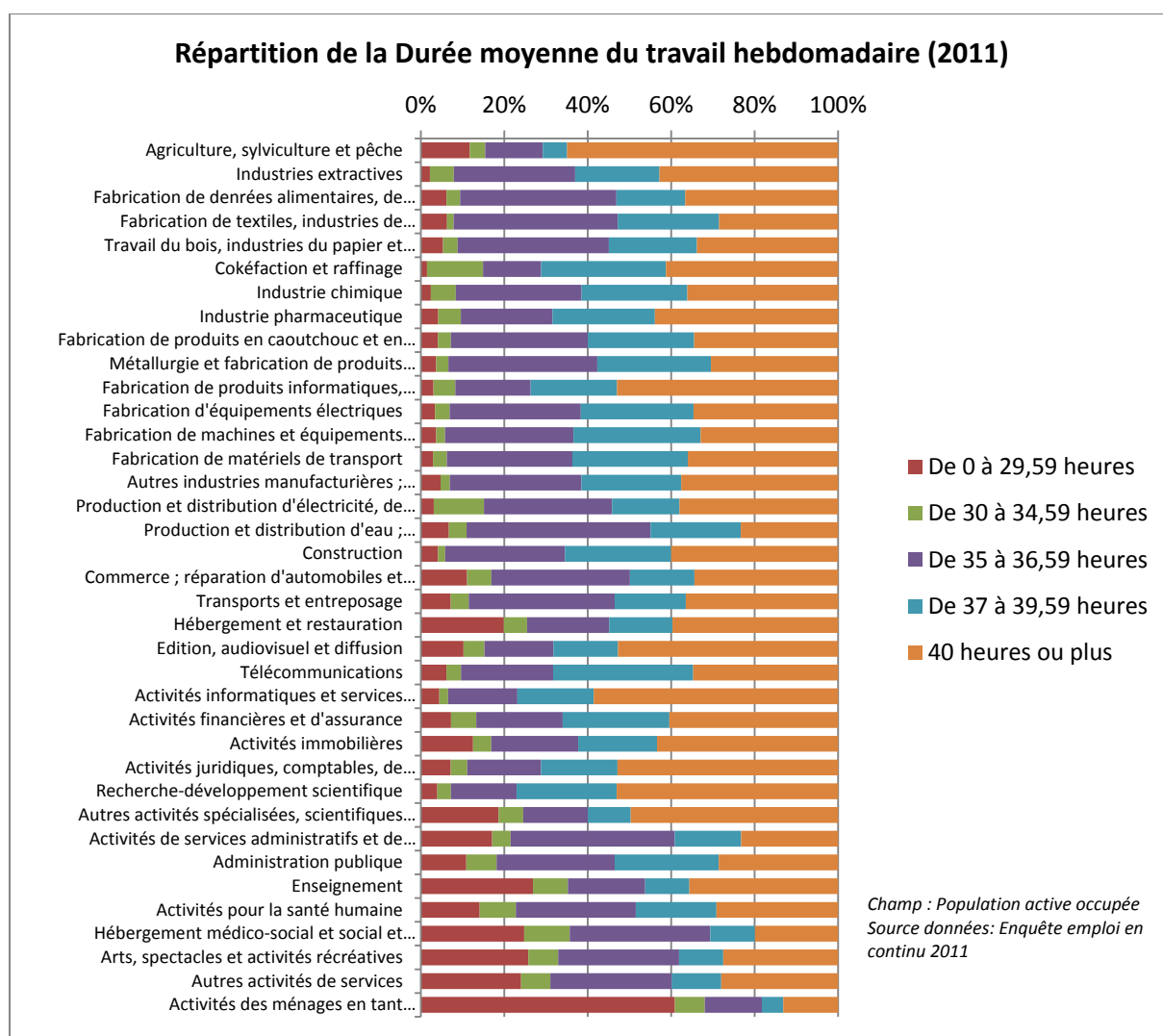


Figure 39 : Répartition de la Durée moyenne du travail hebdomadaire (2011)

Le Sous-emploi

Le nombre total de personnes en sous-emploi est calculé en fonction du nombre total d'emplois à temps partiel et du rapport entre la durée moyenne de travail à temps partiel et celle à temps plein :

$$NbSous_emploi(t) = \left(\sum_i Emplois_TpsPartiel_i(t) \right) \times f \left(\frac{Durée_TpsPartiel(t)}{Durée_TpsPlein(t)} \right)$$

Avec $f(x)$ une fonction décroissante définie de manière exogène²⁷¹, telle que :

$$\begin{cases} f(0) = 1 \text{ (toute personne à temps partiel est en sous emploi (temps de travail nul))} \\ f(1) = 0 \text{ (temps de travail moyen à temps partiel = à temps plein : hypothèse qu'il n'y a pas de sous emploi)} \end{cases}$$

L'utilisateur peut aussi choisir de substituer à la fonction f un coefficient fixe correspondant au ratio moyen sous-emploi / Emplois à temps partiel (0.33 sur la période 2003-2013).

Comme indiqué précédemment, cette représentation est fragile et mérite d'être considérée avec prudence.

Ventilation des emplois par CSP :

Enfin, l'emploi est ventilé à l'intérieur de chaque branche par catégories socio-professionnelles (CSP) agrégée, à partir des parts respectives de chaque CSP (par défaut, celles observées en 2011) (Figure 37), ce qui nous permet d'avoir une idée approximative de la structure de l'emploi total par CSP :

$$NbEmplois_{csp} = \sum_i NbEmplois_i(t) \times \%CSP_{i,csp}(t)$$

Cette ventilation est effectuée à titre indicatif, sa robustesse dans le temps est très discutable. La part de chaque CSP au sein d'une branche est tout d'abord susceptible d'évoluer sous l'effet difficilement prévisible du changement technique : celui-ci peut rendre possible la substitution du travail par du capital, mais cette substitution ne s'applique pas également à toutes les tâches ni à tous les emplois, elle concerne généralement les tâches les plus spécialisées, et donc la main d'œuvre la moins qualifiée²⁷². La structure de l'emploi par CSP dépend également de l'insertion du pays et de son rôle dans les processus de production transnationaux organisés suivant le paradigme de division internationale du travail ; un paradigme que les propositions de relocalisation de la Décroissance entendent d'ailleurs remettre en question. De ce paradigme, comme nous l'avons vu (cf. §6.-exportations), découle une spécialisation des pays par compétences et par tâches, et par conséquent, par métiers et CSP. Pour une demande donnée, il est probable qu'une relocalisation économique signifierait la réintégration sur le territoire national de nombreuses activités manufacturières, induisant une évolution de la structure de l'emploi par CSP – et probablement une hausse de la proportion d'ouvriers.

Les CSP *agrégées* sont, du reste, des catégories relativement larges, et d'un intérêt somme toute limité pour l'analyse et le débat (elles ne fournissent guère d'information, par exemple, vis-à-vis des compétences demandées pour la production, de leur (in-)adéquation avec celles proposées par la population²⁷³, et des

²⁷¹ Le faible nombre de points de données concernant le sous-emploi et le travail partiel (seulement 10 points de données, sur la période 2003-2013) ne permet pas encore de proposer une estimation convenable de la fonction f .

²⁷² Historiquement, l'automatisation des chaînes de production s'est traduite par le déclin des ouvriers non qualifiés, mais le nombre d'ouvriers qualifiés est resté relativement stable, leurs compétences étant toujours requises pour l'opération et la maintenance des chaînes de production, ou pour les tâches spécifiques ne pouvant être automatisées.

²⁷³ Il faudrait, dans l'absolu, pouvoir prendre en compte une « pyramide des âges de l'emploi ou des compétences », pour être en mesure d'appréhender les enjeux liés à la perte de certaines compétences devenues rares, avec les départs en retraite des personnes qui les possèdent.

besoins de formation correspondants²⁷⁴). Il pourrait être intéressant, à l'avenir, d'opter pour une ventilation de l'emploi par famille professionnelle (FAP) (selon la nomenclature en 88 FAP utilisée par la DARES, par exemple). Les différentes FAP ne pouvant toutes être associées de manière bijective aux branches de production, ceci nécessiterait un traitement des données détaillées de l'enquête emploi de l'INSEE, que nous n'avons pas eu le temps de réaliser ici. La ventilation resterait évidemment sujette aux mêmes critiques que ci-dessus, concernant sa robustesse sur le long terme²⁷⁵, mais constituerait néanmoins une première base d'analyse et de réflexion intéressante, et dans tous les cas plus riche qu'une ventilation par CSP.

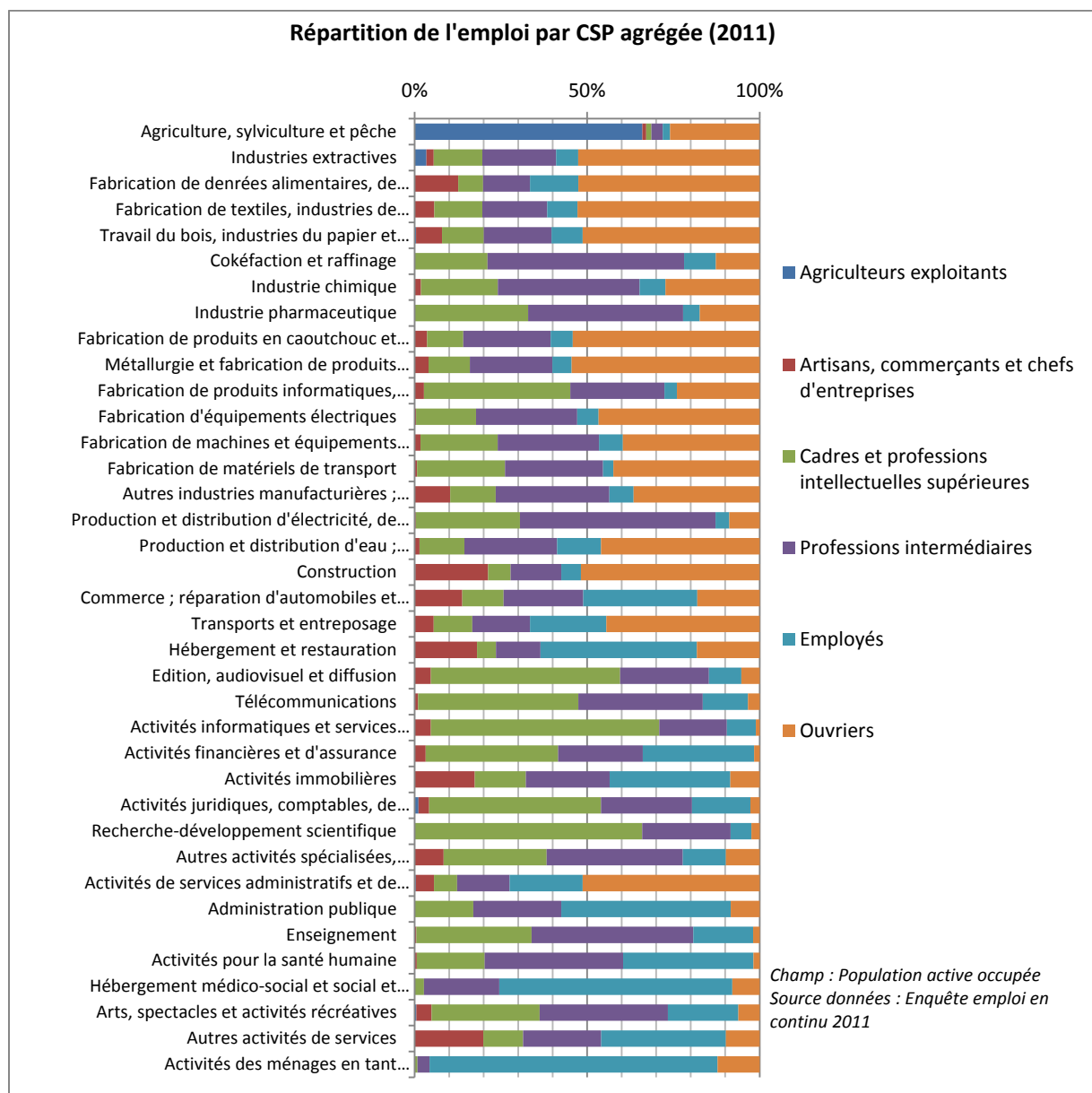


Figure 40 : Répartition de l'emploi par CSP agrégée (2011)

²⁷⁴ Cette inadéquation entre compétences disponibles et demandées peut notamment être une cause de chômage structurel.

²⁷⁵ Nous pouvons déjà, pour certaines branches pour lesquelles il est possible d'établir une correspondance directe avec la nomenclature des FAP, avoir une idée du dynamisme des proportions par FAP au sein des branches : celles-ci sont par exemple restées relativement stables au cours de la période 1983-2013 pour les branches des activités pour la santé humaine, pour le secteur de la construction, ou de la métallurgie (même si on y observe déjà une diminution de la part des emplois non-qualifiés au profit de celle des emplois qualifiés). En revanche, elles ont fortement évolué sur cette période au sein des branches des activités financières ou de l'informatique (Direction de l'animation de la recherche, des études et des statistiques, 2013)

6.5. Le chômage

Nous ne rentrerons pas ici dans les débats autour des multiples concepts et types de chômages et des théories qui s’y rapportent (chômage volontaire ou non, structurel, classique, keynésien, marxien, technologique, etc.²⁷⁶). Nous nous en tiendrons ici à la définition qui découle du cadre conceptuel adopté plus haut : le nombre de chômeurs correspond au nombre total d’actifs moins le nombre de personnes en emploi. Ce que nous exprimons par :

$$NbChômeurs(t) = MAX \left(\left(\sum_a NbActifs_a(t) - \sum_i NbEmplois_i(t) \right); 0 \right)$$

Notons qu’en assimilant le nombre de personnes en emploi au nombre d’emplois, cette représentation ne permet pas de prendre en compte une éventuelle évolution de la multi-activité (qui concernait en 2011 près de 3% des salariés (Duplouty, 2005), et qui implique que le nombre total de personnes possédant un emploi peut être inférieur au nombre total d’emplois. Il n’est pourtant pas à exclure que celle-ci se développe en parallèle de la part de l’emploi à temps partiel.

Compte-tenu des conséquences sociales et du « coût humain » différents et sensiblement plus graves du chômage de long terme par rapport au chômage de court terme, nous avons par ailleurs jugé pertinent de distinguer ces deux indicateurs. Nous adoptons pour cela une approche basée sur les *taux de persistance au chômage*, à 6 mois, à 12 mois, et à 24 mois. Le parcours des chômeurs est ainsi représenté par une séquence de différents « convoyeurs » (Figure 41), correspondant respectivement à des durées de chômage de 0 à 6 mois, de 6 à 12 mois, de 12 à 24 mois, et de plus de 24 mois. La somme des chômeurs présents sur les différents convoyeurs est égale à chaque instant au nombre total de chômeurs. A chaque convoyeur est associé un flux de sortie, une « fuite », correspondant aux sorties du chômage pour reprise d’emploi ou autres raisons. Ces flux sont définis de telle manière que la proportion de chômeurs transmise au convoyeur suivant correspond au taux de persistance au chômage sur la période correspondante. Par défaut, ces taux de persistance au chômage varient dans notre modèle en fonction du taux de chômage :

$$Tx\ Persistence_{0_à_6mois}(t) \approx 0.0285 \times TxChômage(t) + 0.336 \quad (R^2=0.50)$$

$$Tx\ Persistence_{6_à_12mois}(t) \approx 0.0276 \times TxChômage(t) + 0.469 \quad (R^2=0.44)$$

$$Tx\ Persistence_{12_à_24mois}(t) \approx 0.0323 \times TxChômage(t) + 0.316 \quad (R^2=0.69)$$

Ces relations ont été estimées à partir de données trimestrielles sur une période assez brève [2005.T1 – 2011.T1]. Elles sont donc assez fragiles, ne sont probablement pas pertinentes pour des niveaux de chômage sensiblement différents de ceux aux alentours desquels elles ont été estimées, et surtout, risquent de perdre leur validité en cas d’évolution du contexte réglementaire dont elles dépendent fortement (droit du travail, politique de « flexibilisation » ou de précarisation de l’emploi, etc.). Toutefois, leur impact n’étant pas déterminant sur le reste du modèle, nous nous autorisons à les intégrer au modèle : elles permettent de rendre compte dans une certaine mesure du lien qui existe *dans le contexte actuel* entre le niveau de chômage et sa dynamique de « roulement »²⁷⁷.

²⁷⁶ Chaque théorie capte certainement quelques aspects de la réalité, mais au prix de simplifications qui conduisent généralement à en ignorer au moins autant, sinon davantage.

²⁷⁷ Cette relation traduit notamment une forme de cristallisation de l’emploi en contexte de chômage élevé : par peur de ne pas retrouver facilement un emploi, les gens essaient au maximum de conserver leur emploi courant, ce qui entraîne un ralentissement du « *turn over* » et du rythme des embauches, se traduisant par une augmentation des taux de persistance au chômage

Le nombre de personnes dans le halo autour du chômage est quant à lui supposé proportionnel au nombre total de chômeurs (par défaut $Halo(t) = 0.51 \times NbChômeurs(t)$, le coefficient 0.51 correspondant à la valeur moyenne observée sur la période 2003-2013).

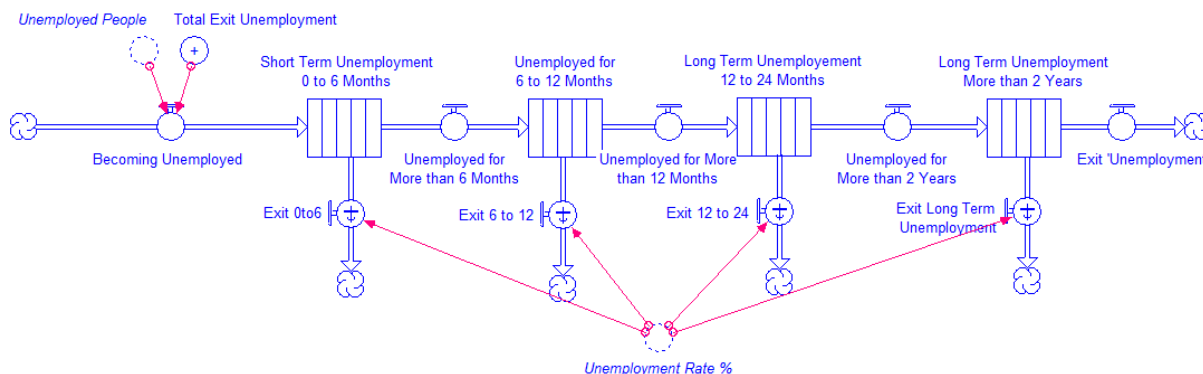


Figure 41 : Représentation du parcours des chômeurs dans le modèle

7. Décomposition de la valeur ajoutée et Salaires

Le partage de la valeur ajoutée s'opère sur la base d'hypothèses essentiellement exogènes (car relatives à des facteurs profondément politiques). La valeur ajoutée est essentiellement répartie entre : la rémunération des salariés (composée des salaires et traitements bruts, et des cotisations sociales à la charge des employeurs) ; les impôts sur la production (qui comprennent les impôts sur la main d'œuvre et les impôts divers sur la production) ; et l'excédent brut d'exploitation (EBE)/Revenu mixte.

- Les *salaires et traitements bruts* sont calculés pour chaque branche à partir du nombre total d'heures travaillées et d'un taux de salaire horaire moyen brut de la branche, dont l'évolution, par défaut, suit celle de la productivité du travail²⁷⁸, ou peut alternativement être définie de manière exogène par l'utilisateur :

$$SalairesBruts_i(t) = Heures_Travaillées_i(t) \times TxSalaireHoraire_i(t)$$

1. Les *cotisations sociales à la charge des employeurs* sont supposées proportionnelles aux salaires bruts pour chaque branche (coefficient de proportionnalité modifiable par l'utilisateur).
- Les *impôts sur la main d'œuvre* sont supposés proportionnels aux salaires et traitements bruts, et les impôts divers sont considérés proportionnels à la production de la branche. Dans les deux cas, le taux d'imposition est modifiable par l'utilisateur.
 - L'*excédent brut d'exploitation (EBE)(et Revenu mixte)* est calculé pour chaque branche comme le reste de la valeur ajoutée, une fois déduite la rémunération des salariés et les impôts sur la production, et en y ajoutant les subventions sur la production, définies de manière exogène par l'utilisateur :

$$EBE_i(t) = ValeurAjoutée_i(t) - SalairesBruts_i(t) - CotisationsEmployeur_i(t) - ImpôtsMO_i(t) - ImpôtsProd_i(t) + SubventionsProd_i(t)$$

Un indicateur dans le modèle compare par ailleurs le montant de la FBCF avec l'EBE et signale si le premier est supérieur au second, reflétant en quelque sorte la capacité d'autofinancement moyenne de chaque branche.

²⁷⁸ Ce qui revient pour chaque branche à faire évoluer les salaires proportionnellement à la valeur ajoutée.

8. Impacts environnementaux

Des différents indicateurs qui nous intéressent pour évaluer les scénarios de décroissance, nous n'avons pas encore abordé ceux se rapportant aux impacts environnementaux : c'est l'objet de cette section.

La disponibilité de données au niveau sectoriel constitue notre principale contrainte ici. Nous nous limiterons dans la version du modèle employée pour cette étude, à la prise en compte de quatre types d'indicateurs :

- **Consommations finales d'énergie**²⁷⁹ (désagrégée par type d'énergie pour le secteur résidentiel et le transport : Gazole, Diesel, GPL, Fioul, Gaz, Bois, Charbon, Réseau de chaleur, Electricité)
- **Emissions de polluants atmosphériques et GES** (14 polluants), que l'on peut classer en 3 catégories :
 - ✓ Substances relatives à l'acidification, l'eutrophisation et à la pollution photochimique : Oxydes de soufre (SOx) ; Oxydes d'azote (NOx) ; Ammoniac (NH₃) ; Monoxyde de carbone (CO) ; Composés organiques volatils autres que le méthane (COVNM) ; nous y ajoutons un indicateur synthétique « acide équivalent » (Aeq), calculé sur la base de la part en masse des ions H⁺²⁸⁰ ;
 - ✓ Substances relatives à l'accroissement de l'effet de serre : Méthane (CH₄) ; Oxyde nitreux (N₂O) ; Dioxyde de carbone (CO₂) ; Hydrofluorocarbones (HFC) ; Perfluorocarbones (PFC) ; Hexafluorure de soufre (SF₆) ;
 - ✓ Particules en suspension : Particules fines PM_{2.5}µm ; Particules fines PM₁₀µm.
- **Production de déchets**: Verre, Métaux, plastiques, papier et carton, textile et cuir, caoutchouc, bois, déchets minéraux, équipements hors d'usage, véhicules mis au rebut, déchets d'espaces verts, déchets alimentaires, déchets en mélange, déchets dangereux²⁸¹ ;
- **Usages de l'eau** (uniquement pour le secteur productif) : « eau bleue » ; « eau verte » ; « eau grise »²⁸² ;

Les Figure 42 et Figure 43 illustrent, pour deux types d'impacts, la consommation finale d'énergie et les émissions de GES, la part respective des différents secteurs et leur évolution au cours des dernières décennies. Les indicateurs d'usage de matériaux (en particulier les métaux, terres rares, etc.) sont ici les grands absents du modèle, du fait du manque de données publiques détaillées par branche de production. Lorsque ces données seront disponibles, leur intégration au modèle sous forme d'indicateurs de flux de matériaux pourrait constituer une amélioration notable²⁸³. Par ailleurs, des indicateurs complémentaires, concernant les émissions de métaux lourds ou de polluants organiques persistants, pourraient également être implémentés à l'avenir, à partir de données du CITEPA déjà disponibles.

²⁷⁹ Nous emploierons l'expression « consommation d'énergie » par facilité linguistique ici, mais il s'agit d'un abus de langage. D'un point de vue thermodynamique, l'expression est impropre : on ne « consomme » pas l'énergie, on la transforme. Il conviendrait donc plutôt de parler « d'usage » ou « d'utilisation » d'énergie. De même, symétriquement, il est inexact de parler de « production d'énergie », une expression qui pourrait laisser penser que l'énergie est bien comme un autre dans le processus économique, ce que ce n'est pas. Cette remarque peut sembler pointilleuse, mais n'oublions pas que le langage façonne et modèle notre représentation du monde.

²⁸⁰ Cet indicateur, utilisé par le CITEPA (2014) est calculé sur la base de la part en masse des ions H⁺, soit : 0,0313 pour SO₂, 0,0217 pour NO_x et 0,0588 pour NH₃. Seuls le SO₂, les NO_x et le NH₃ sont pris en compte, les autres substances ne participant que marginalement au phénomène d'acidification.

²⁸¹ Les données actuellement disponibles (Eurostat) permettraient de proposer une désagrégation plus poussée, par type de déchets dangereux, si jugé nécessaire.

²⁸² Ces trois usages de l'eau correspondent à des distinctions conventionnelles : l'eau « bleue » est l'eau captée par les usages domestiques et agricoles. Elle est aussi définie comme l'eau douce de surface ou souterraine, des lacs, des rivières et des aquifères ; l'eau « verte » est l'eau contenue dans les sols ; l'eau « grise » correspond aux eaux altérées (polluées) par les activités humaines suite aux usages domestiques, industriels, agricoles, etc.

²⁸³ Il faudrait toutefois, pour interpréter ces indicateurs, pouvoir les mettre en regard avec des estimations de disponibilité des ressources, lesquelles sont souvent très incertaines.

Nous adoptons, pour cette section, la nomenclature par secteurs conventionnellement utilisée pour l'analyse des consommations énergétiques et des émissions de GES. Celle-ci distingue 6 grands secteurs : l'agriculture, les industries (hors énergie) et le bâtiment, les industries de l'énergie, le tertiaire, les transports, le résidentiel. La correspondance de cette nomenclature par secteur avec celle par branche employée par la comptabilité nationale est précisée dans le Tableau 6. Nous adoptons, pour ces différents indicateurs, des modes de calcul similaires pour les secteurs « productifs » (agriculture, industries et services hors transport). Le secteur résidentiel et le secteur du transport font quant à eux l'objet de traitements spécifiques

Tableau 6 : Correspondance de la nomenclature par secteur utilisée avec celle par branche de la comptabilité nationale

Branche nomenclature énergie/GES	Equivalence Branches Correspondantes NAV Rev.2	
Agriculture et pêche	AZ	Agriculture Sylviculture Pêche
Bâtiment et Industries hors énergie	BZ	Industries Extractives
	CA	Fabrication de denrées alimentaires, de boissons et de produits à base de tabac
	CB	Fabrication de textiles, industries de l'habillement, industrie du cuir et de la chaussure
	CC	Travail du bois, industries du papier et imprimerie
	CE	Industrie chimique
	CF	Industrie pharmaceutique
	CG	Fabrication de produits en caoutchouc, en plastique et autres produits minéraux non métalliques
	CH	Métallurgie et fabrication de produits métalliques, hors machines et équipements
	CI	Fabrication de produits informatiques, électroniques et optiques
	CJ	Fabrication d'équipements électriques
	CK	Fabrication de machines et équipements n.c.a.
	CL	Fabrication de matériels de transport
CM	Autres industries manufacturières ; réparation et installation de machines et d'équipements	
FZ	Construction	
Branche Energie	CD	Cokéfaction et raffinage
	DZ	Production et distribution d'électricité, de gaz, de vapeur et d'air conditionné
Tertiaire hors transport	EZ	Production et distribution d'eau ; assainissement, gestion des déchets et dépollution
	GZ	Commerce ; réparation d'automobiles et de motocycles
	HZ	Transports et entreposage (NB : uniquement les impacts <i>non liés à la consommation d'énergie de traction</i>)
	IZ	Hébergement et restauration
	JA	Édition, audiovisuel et diffusion
	JB	Télécommunications
	JC	Activités informatiques et services d'information
	KZ	Activités financières et d'assurance
	LZ	Activités immobilières
	MA	Activités juridiques, comptables, de gestion, d'architecture, d'ingénierie, de contrôle et d'analyses techniques
	MB	Recherche-développement scientifique
	MC	Autres activités spécialisées, scientifiques et techniques
	NZ	Activités de services administratifs et de soutien
	OZ	Administration publique et défense - sécurité sociale obligatoire
	PZ	Enseignement
	QA	Activités pour la santé humaine
	QB	Hébergement médico-social et social et action sociale sans hébergement
	RZ	Arts, spectacles et activités récréatives
SZ	Autres activités de services	
TZ	Activités des ménages en tant qu'employeurs	
Transport	Energie de <i>traction</i> des transports. Comprend : -Transport marchandises (analyse via consommations Intermédiaires de transport de l'économie) -Transport de passagers (analyse à partir des choix de mobilité (courte et longue distance))	
Résidentiel	Consommation des ménages dans le cadre résidentiel. Analysée à travers de catégories : -Chauffage -Eau Chaude Sanitaire (ECS) -Cuisson -Electricité spécifique	
(Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie, 2004)		

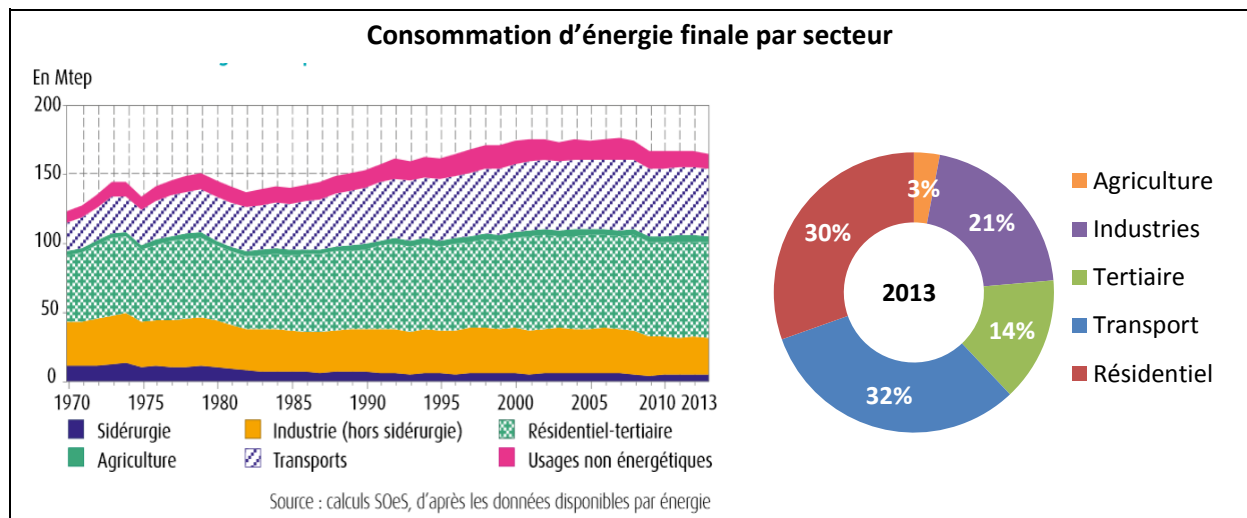


Figure 42 : Consommation d'énergie finale par secteur (source : Commissariat général au développement durable, 2015)

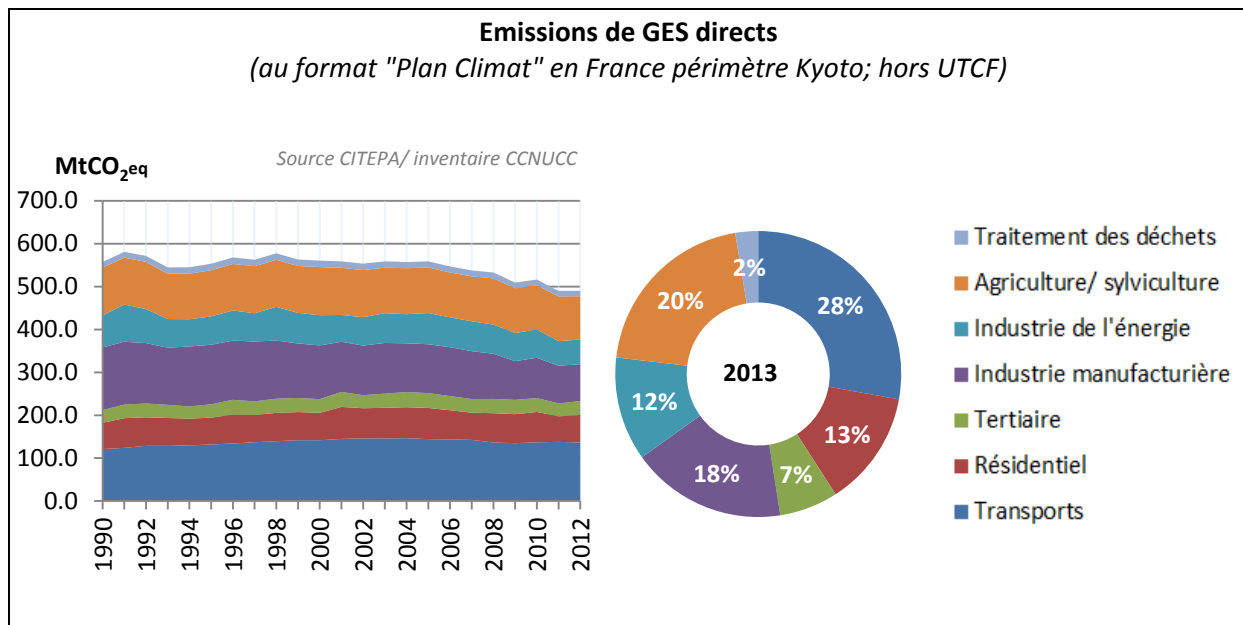


Figure 43 : Emissions de GES directs

8.1. Secteurs Agriculture, Bâtiment, Industries, Branche Energie, et tertiaire hors transport

Approche « empreinte » ou « consommation » VS. approche « production »

Pour les différentes branches qui composent ces secteurs, les différents types d'impacts sont calculés sur la base d'hypothèses d'intensités exogènes, et sont ainsi supposés proportionnels aux niveaux de production de chaque branche i . Les impacts liés à la production domestique des branches peuvent alors s'exprimer sous la forme :

$$Impact_Domestique_i(t) = Production_i(t) \times Intensité_Impact_i(t)$$

Ce calcul correspond à une approche « production » ou « territoriale », c'est-à-dire associée à un périmètre géographique. Il ne permet pas de rendre compte des impacts *globaux* associés aux modes de vie de la population considérée, il ne reflète pas son *métabolisme social*. Il faut pour cela déployer une approche « consommation » ou « empreinte », qui prenne en compte, en plus des impacts liés à la production domestique, les impacts *incorporés* dans les biens et services échangés et consommés. C'est-à-dire une approche qui intègre au calcul les impacts associés à leur production et leur destruction, même si celle-ci n'a pas lieu sur le territoire national considéré, et symétriquement, qui décompte les impacts liés à la production des biens ou services destinés à l'export, puisque ceux-ci renvoient aux modes de vie d'autres populations. Ces impacts incorporés dans les biens et services *échangés* internationalement ne sauraient être négligés : à l'échelle mondiale, ils représenteraient par exemple près de 25% des émissions de CO₂ anthropiques (Carbon Trust, 2011). Ainsi, pour résumer, on peut définir l'*empreinte productive* de la population considérée comme la somme des impacts liés à la production domestique et de ceux liés à la production des biens et services importés, diminuée de ceux relatifs aux biens et services exportés. Sous l'hypothèse que pour chaque type de produit j , les impacts sont proportionnels au niveau de production, on peut alors écrire :

$$\begin{aligned} Impact_Empreinte_j(t) \\ = (Production_j(t) - Exports_j(t)) \times Intensité_Impact_Domestique_j(t) + Imports_j(t) \\ \times Intensité_Impact_PaysImports_j(t) \end{aligned}$$

La difficulté réside alors dans la détermination des coefficients d'impacts *Intensité_Impact_PaysImports_j* associés aux productions importées. La tâche est en effet rendue compliquée, tout d'abord, par le fait que les données disponibles en termes d'impacts environnementaux sont généralement associées aux branches de production et non aux produits. Or l'empreinte d'un produit ne correspond pas à l'impact étroitement associé à l'activité productive de la branche correspondante, dès lors que ce produit nécessite pour sa fabrication des consommations intermédiaires en provenance d'autres branches²⁸⁴. Les coefficients *Intensité_Impact_PaysImports_i* doivent donc également intégrer les impacts relatifs aux consommations intermédiaires, pour rendre compte des impacts *globaux* associés à la totalité du processus de production des biens et services importés.

Une première méthode envisageable pour estimer de tels coefficients consisterait à adopter une approche de type « analyse de cycle de vie » à partir de « produits types » définis pour chaque branche. Toutefois une telle approche n'est pas sans difficultés: la définition de « produits types » pour des branches agrégées peut être délicate, et les analyses de cycle de vie sont généralement coûteuses, longues à réaliser (il faut généralement compter au moins 6 mois), se heurtent parfois à la confidentialité de certaines données techniques, et risquent de devenir rapidement obsolètes pour certaines branches caractérisées par des évolutions technologiques rapides. D'autre part, l'intensité des impacts liés à une production différant d'un pays à un autre (en fonction

²⁸⁴ En Europe, par exemple, la moitié des flux d'émissions de CO₂ liés aux échanges internationaux serait incorporée dans des produits intermédiaires ou finis et l'autre moitié dans des matières premières (Carbon Trust, 2011).

des technologies employées), la division internationale du travail et l'éclatement géographique des processus de production rendent l'estimation des coefficients d'impact d'autant plus difficile. En effet, celle-ci nécessite d'une part la disponibilité des données pour les pays considérés (suivant les mêmes conventions statistiques si possible), et d'autre part, elle suppose d'être en mesure d'identifier les pays (ou les économies) de provenance des produits importés, ce que les cadres statistiques macroéconomiques disponibles ne permettent pas directement. En effet, ne sont généralement connus que les pays de provenance directe des importations, qui ne sont pas nécessairement non plus ceux où s'effectue l'essentiel de la production, et où se concentrent les impacts associés : ils peuvent n'être que des pays « étapes », de transit en quelque sorte. Enfin, à supposer que la traçabilité des flux puisse être reconstituée, que les pays impliqués dans la production puissent être identifiés et que les données nécessaires à la détermination des coefficients d'impact soient disponibles, les valeurs calculées n'auront qu'une validité éphémère, étant donné –non seulement les évolutions techniques, mais surtout – la reconfiguration permanente, profonde, et difficilement prévisible des échanges internationaux.

Une autre voie permettant la comptabilisation des impacts sous l'angle « empreinte » ou « consommation » consiste à appliquer distinctement la méthodologie « entrées-sorties » aux produits échangés. On peut de la sorte estimer les niveaux de production des différentes branches qui correspondent respectivement aux volumes des exportations et des importations, en prenant en compte l'ensemble des consommations intermédiaires nécessaires à leur production. Les impacts globaux qui s'y rapportent peuvent alors être estimés à partir d'hypothèses d'intensités (ou coefficients d'impact) de chaque branche de production. C'est cette voie que nous choisissons d'employer ici.

Dans l'idéal, il faudrait toutefois être en mesure, ici aussi, de retracer l'ensemble des flux internationaux, et de comptabiliser les étapes de production en fonction des pays où elles sont effectuées. C'est ce qu'ambitionnent par exemple les analyses entrées-sorties « multi-régions », qui se basent sur un découpage du monde en plusieurs zones géographiques et sur l'analyse des différents flux commerciaux bilatéraux pour différents types de produits. Ces analyses reposent sur l'accès à une importante quantité de données, et requièrent un certain travail d'harmonisation statistique²⁸⁵. Nous optons ici pour une approche simplifiée, pour laquelle nous ne considérons que deux régions : la France et le reste du monde. Nous ne proposons donc ici que des *approximations du premier ordre* des indicateurs d'empreinte, pour les différents impacts considérés (énergie, polluants atmosphériques, déchets, eau). La Figure 44 résume notre approche : les coefficients techniques employés pour l'analyse entrées-sorties des importations sont par simplicité supposés être les mêmes que pour la France. Les coefficients d'impact associés aux importations sont quant à eux calculés en prenant en compte, pour chaque branche (ou produit), les quatre principaux pays de provenance directe des importations pour l'année initiale²⁸⁶, soit, pour le total des produits, 17 pays différents considérés. Leur valeur correspond à la moyenne, pour chaque branche, des coefficients d'impacts des différents pays considérés, pondérés par leur part respective dans les importations.

Précisons que les empreintes calculées de cette manière constituent des valeurs « optimistes » ou « plancher » : les pays d'où proviennent en dernière étape les importations françaises ne sont pas toujours ceux où s'effectuent les activités les plus intensives ou impactantes des processus de production. Celles-ci sont souvent confiées aux pays où les contraintes réglementaires et les incitations à réduire les impacts des processus productifs sont faibles, donc des pays où les intensités émissives sont souvent fortes. Par conséquent, attribuer les valeurs d'intensités énergétiques ou émissives des pays de provenance directe des importations à l'ensemble de la production importée conduit généralement à une *sous-estimation* de l'empreinte.

²⁸⁵ Pour plus d'informations au sujet des méthodes de comptabilisation des impacts selon une approche consommation (et des incertitudes qui s'y rapportent), en particulier pour les émissions de GES, le lecteur pourra par exemple se reporter à la synthèse proposée par le Réseau Action Climat (Réseau Action Climat France, 2013).

²⁸⁶ Ceux-ci sont identifiés à partir des données de la World Input-Output Database (données de l'année 2009) [http://www.wiod.org/new_site/home.htm, année 2009]

Dans le modèle, les coefficients d'impact peuvent évoluer au cours du temps sous l'effet d'hypothèses exogènes définies par l'utilisateur. En particulier, en ce qui concerne les intensités énergétiques et émissives, celui-ci peut choisir d'appliquer un taux d'amélioration annuel correspondant au taux moyens observés sur les 15 dernières années (années pour lesquelles les données historiques sont disponibles), ou définir lui-même ce taux et son évolution.

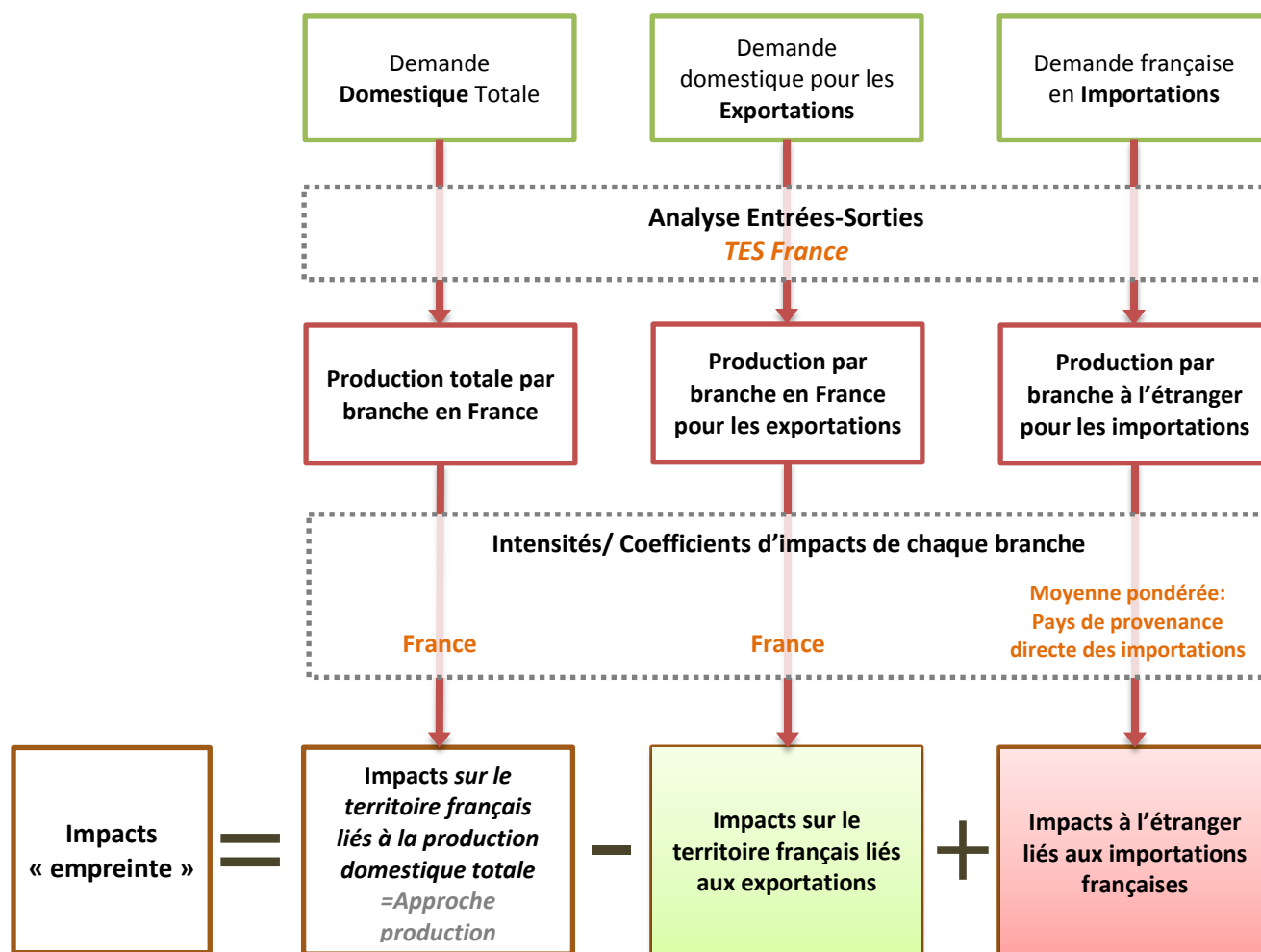


Figure 44 - Illustration de la méthodologie de calcul des impacts

Tableau 7 : Mode de calcul des différents indicateurs associés à chaque type d'impact

Impacts considérés	Equations de modélisation
Energie	<p>Impact domestique : $Conso_Energie_Finale_Domestique_i(t) = Production_totale_FR_i(t) \times IntensitéNRG_FR_i(t)$</p> <p>Impact « empreinte » : $Empreinte_Energie_Finale_i(t)$ $= Production_totale_FR_i(t) \times IntensitéNRG_FR_i(t)$ $+ Production_pour_Imports_français_RdM_i(t) \times IntensitéNRG_RdM_i(t)$ $- Production_pour_Exports_FR_i(t) \times IntensitéNRG_FR_i(t)$</p> <p><i>Nota : les hypothèses d'évolution des coefficients techniques des différentes branches correspondant à leurs usages en produits énergétiques doivent être cohérentes avec celles relatives à l'évolution de leur intensité énergétique</i></p>
Emissions de Polluants atmosphériques	<p>Pour les industries, services, branches de l'énergie : Impacts domestiques directs: $EmissionsPolluants_Domestique_{i,p}$ $= Production_totale_FR_i \times IntensitéEMI_FR_{i,p}$</p> <p>Impacts « empreinte » : $Empreinte_Polluants_i(t)$ $= Production_totale_FR_i(t) \times IntensitéEMI_FR_{i,p}(t)$ $+ Production_pour_Imports_français_RdM_i(t) \times IntensitéEMI_RdM_{i,p}(t)$ $- Production_pour_Exports_FR_i(t) \times IntensitéEMI_FR_{i,p}(t)$</p> <p>Pour l'Agriculture : Suite à l'accent mis sur l'évolution des modes de consommation alimentaire et de leurs impacts par plusieurs participants au cours des entretiens, le secteur de l'agriculture a fait l'objet d'un traitement particulier. Pour celui-ci, chaque polluant est associé à une ou plusieurs sous-activités de la branche agriculture (Culture, élevage, sylviculture), sur la base des informations fournies par CITEPA (CITEPA, 2014). Pour chaque polluant, les émissions du secteur sont alors supposées évoluer proportionnellement aux consommations correspondantes des ménages français (fruits et légumes, viande, etc.), à partir d'une valeur initiale issue de CITEPA (2014).</p>
Déchets	<p>Impacts domestiques directs: $Déchets_Domestique_{i,w}(t) = Production_totale_FR_i(t) \times IntensitéDéchets_FR_{i,w}(t)$</p> <p>Impacts « empreinte » : $Empreinte_Déchets_{i,w}(t)$ $= Production_totale_FR_i(t) \times IntensitéDéchets_FR_{i,w}(t)$ $+ Production_pour_Imports_français_RdM_i(t) \times IntensitéDéchets_RdM_{i,w}(t)$ $- Production_pour_Exports_FR_i(t) \times IntensitéDéchets_FR_{i,w}(t)$</p>
Usages de l'eau	<p>Impact domestique direct: $Eau_Domestique_{i,eau}(t)$ $= Production_totale_FR_i(t) \times IntensitéEau_FR_{i,eau}(t)$</p> <p>Impact « empreinte » : $Empreinte_Eau_{i,eau}(t)$ $= Production_totale_FR_i(t) \times IntensitéEau_FR_{i,eau}(t)$ $+ Production_pour_Imports_français_RdM_i(t) \times IntensitéEau_RdM_{i,eau}(t)$ $- Production_pour_Exports_FR_i(t) \times IntensitéEau_FR_{i,eau}(t)$</p>

8.2. Secteur Transport

S'il est un secteur qui a, plus que tout autre, participé intensément à la transformation des modes de vie occidentaux au cours du siècle passé, c'est sans doute celui des transports. Bouleversant nos conceptions du temps et de l'espace, l'accroissement des vitesses de transport permis par les innovations techniques et le déploiement d'infrastructures à grande échelle a reconfiguré en profondeur les territoires, à travers des phénomènes successifs ou imbriqués d'étalement puis de fragmentation spatiale (Beaucire, 2001) et de polarisation. De cet accroissement des vitesses et des possibilités de transport a émergé ce processus double de rapprochement temporel des lieux et d'éclatement des espaces de vie, source en retour d'une « *hyper-mobilité quotidienne plus ou moins contrainte, qui seule permet d'assurer une continuité à la fois sociale et spatiale* »²⁸⁷ (Calenda, 2014).

Les chiffres sont éloquentes : la distance moyenne parcourue quotidiennement par personne a cru de 44% entre 1982 et 2008 en France (Centres d'Etudes Techniques de l'Équipement Nord Picardie, 2010)²⁸⁸. Le temps moyen passé dans les transports n'a certes pas évolué dans les mêmes proportions²⁸⁹, mais il ne reflète qu'une fraction de l'importance des transports dans les modes de vie : celle-ci est déjà un peu mieux perçue si on prend en compte leur poids budgétaire²⁹⁰, qui en moyenne dépassait 17% des dépenses des ménages en 2011 – avec des disparités notables : la part budgétaire étant plus grande pour les ménages aisés (Burton et al., 2014). L'hyper-mobilité ne s'arrête pas aux personnes, elle concerne également les marchandises : en volume, le transport intérieur de marchandises par voies terrestres en France a augmenté de près de 90% entre 1984 et 2007, dépassant 400 milliards de tonnes-kilomètres, avant de revenir se stabiliser depuis la crise aux alentours de 350 milliards de tonnes-kilomètres.

Ainsi, en termes d'activité, la branche des transports représente actuellement près de 18% du PIB (371 milliards d'euros en 2012), et emploie 1.34 millions de personnes²⁹¹ en 2013 (Commissariat général au développement durable, 2015a), soit au total près de 5% « seulement » de l'ensemble des actifs occupés.

Mais les enjeux énergétiques et climatiques invitent à repenser cette hyper-mobilité. Car le secteur des transports s'illustre aussi par sa forte dépendance aux ressources fossiles et ses impacts considérables. Pour la France en 2013, sa consommation énergétique s'élève à 49.4 millions de tep dont 38.9 millions de tep de produits pétroliers routiers, ce qui représente 31.6% de la consommation de l'ensemble des secteurs hors énergie et 61% de la consommation totale de produits pétroliers hors secteur énergie (Commissariat général au développement durable, 2015a). En termes d'émissions de gaz à effet de serre, le secteur est le premier

²⁸⁷ Ce que constatait déjà Illich en 1973 : « *Au-delà d'une vitesse critique, les véhicules à moteur engendrent des distances aliénantes qu'eux seuls peuvent surmonter.* » (Illich, 1975b)

²⁸⁸ Cette « explosion » de la mobilité a débuté avec la révolution industrielle : « *Du temps de Cyrus à celui de la machine à vapeur, la vitesse de l'homme est restée la même. [...] Comme le dit Valéry : "Napoléon va à la même lenteur que César." [...] Puis le chemin de fer suscita un brusque changement. [...] Entre 1850 et 1900, la distance moyenne parcourue en un an par chaque Français a été multipliée par cent.* » (Illich, 1975b)

²⁸⁹ Le temps passé dans les transports représenterait en moyenne près de 8.2% du temps éveillé des personnes en 2010, contre 6% en 1999 et 6.5% en 1986 (Ricroch and Roumier, 2011). On peut se demander si cette augmentation sur la dernière période ne serait pas due à un engorgement des réseaux de transport. L'observation suivant laquelle les déplacements de la vie quotidienne se font à budget-temps de transport relativement constant a par ailleurs donné lieu à la « conjoncture de Zahavi », suivant laquelle l'accélération des transports ne se traduit pas par une diminution des temps de déplacement, mais par une augmentation des distances parcourues. Le gain de temps que permettrait l'augmentation de la vitesse des déplacements est réinvesti dans le déplacement lui-même, pour aller plus loin : exemple typique d'effet rebond.

²⁹⁰ A la manière d'Illich (Illich, 1975b) qui propose de calculer la vitesse « généralisée » d'une automobile en comptabilisant, en plus du temps passé à la conduire, le temps passé à travailler pour la payer ainsi que les frais annexes. Bien que négligeant encore une grande partie des frais « cachés » pour lesquels il n'y a pas de critère de valorisation, le calcul débouchait à l'époque sur une valeur de 6km/h, qui invite à reconsidérer les mérites vantés d'une telle technologie, d'autant plus encore lorsque l'on prend en compte ses coûts écologiques, esthétiques, sociaux, d'occupation du territoire ou en termes d'autonomie...

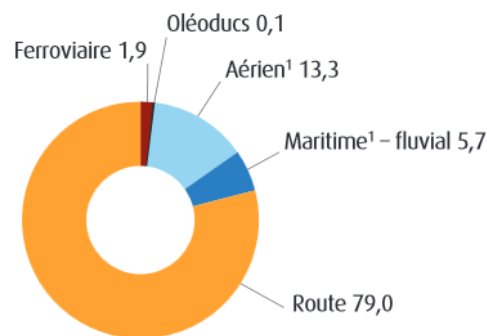
²⁹¹ Dont près de 465 milliers dans le transport de voyageurs, et 360 milliers dans le transport de marchandises. Sans compter les emplois liés à la fabrication de matériel de transport (~400 milliers).

émetteur avec, en 2013, 130 millions de tonnes CO₂eq (dont plus de 94% est imputable au transport routier, et plus de la moitié aux voitures particulières), soit 27% du potentiel de réchauffement global (PRG) (hors utilisation des terres, leur changement et la forêt), une part en hausse depuis 1990 (21.7%) (CITEPA, 2014).

Soulignons également le poids du secteur en termes d'émissions de métaux lourds (21% des émissions nationales d'arsenic en 2012, 19% de celles de cadmium, 93% de celles de cuivre, 52% de celles de plomb, 57% de celles de zinc), en termes d'émissions de polluants organiques persistants (18% des émissions nationales de HAP en 2012), et en termes d'émissions liées à l'acidification, l'eutrophisation et la pollution photochimique (58% des émissions nationales de NO_x en 2012, 18% de celles de CO, 15% de celles de COVNM) (CITEPA, 2014).

Consommation d'énergie (fossile et électrique) par mode en 2013

En %



¹ Livraisons aux soutes maritimes et aéronefs, français et étrangers.

Source : SOeS

Figure 45 - Consommation d'énergie (fossile et électrique) par mode en 2013

Autant d'éléments qui justifient de traiter le secteur des transports dans le détail. C'est ce que nous faisons dans ce qui suit, en commençant par la mobilité des personnes.

8.2.1. La mobilité des personnes

La mobilité locale, régulière, et la mobilité longue distance²⁹², répondent chacune à des besoins spécifiques et mobilisent des représentations et des logiques différentes. Nous les abordons donc de manière quelque peu différenciée. La mobilité longue distance est décrite et analysée en fonction de la structure par âge de la population, des différents motifs de déplacement, des distances des déplacements, et des modes de transport utilisés (Figure 46). La mobilité courte distance, est quant à elle analysée en fonction de la structure par catégorie socioprofessionnelle agrégée de la population, en fonction des motifs de déplacements locaux, du jour de la semaine, des distances et des modes de déplacement (Figure 48).

Notre grille d'analyse et de modélisation adopte ainsi les catégories suivantes (Tableau 8) :

Tableau 8 : Catégories retenues pour la modélisation de la mobilité des personnes

Mobilité	Classes de distance	Motifs de déplacement		Modes de transport
Mobilité Locale	0-1 km 1-2 km 2-5 km 5-10 km 10-20 km 20-35 km 35-50 km 50-80 km	Semaine	Travail/Domicile Affaires/Domicile Ecole/Domicile Motifs Secondaires	Marche ²⁹³ Bicyclette Vélo à assistance électrique Transports Publics Urbains 2-roues motorisés Voiture Train Bus Avion Autre
		Week-End	Domicile Commerces Visites Accompagnement Sport Autres Loisirs Autres motifs privés Travail-Etudes-Affaires professionnelles	
Mob. Longue Dist.	80-100 km 100-200 km 200-400 km 400-600 km 600-800 km 800-1500 km >1500 km	Personnel	Visites à des parents Visites à des amis Vacances Résidence secondaire Autres Loisirs Autres	
		Professionnel	Lieu de travail fixe habituel Autres	

Les choix de modélisation sont ici aussi, sinon partiellement contraints, du moins cadrés par la structure et le format des données disponibles. Celles que nous avons mobilisées ici, et à partir desquelles est calibré notre modèle, sont issues de l'Enquête Nationale Transport et Déplacement de 2008 (Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie, 2010). Celle-ci est menée par l'INSEE sur une base périodique. Compte-tenu du fort dynamisme du secteur des transports, il conviendrait de mettre à jour les données du modèle lorsque les données de la prochaine enquête seront disponibles.

²⁹² Nous conservons ici le cadre conceptuel et les définitions issues des enquêtes de mobilité mobilisées. La « **mobilité locale** » se rapporte ainsi aux « *déplacements des personnes de 6 ans ou plus, faits à l'occasion d'activités situées dans un rayon de 80km autour du domicile et sur le territoire national* », et la « **mobilité longue distance** » correspond aux « *déplacements des personnes de 6 ans ou plus, faits à l'occasion d'activités situées dans un rayon de plus de 80km à vol d'oiseau autour du domicile* » (destination sur le territoire national ou à l'étranger). Par « déplacement », il faut entendre : « *le mouvement d'une personne d'un lieu de départ vers un lieu d'arrivée. Il se caractérise par un motif et un seul. Un déplacement peut recouvrir l'usage d'un ou plusieurs modes de transport [...]. Tout changement de motif entraîne un changement de déplacement. Deux déplacements successifs peuvent avoir le même motif* (Armoogum et al., 2010)

²⁹³ Dans les enquêtes mobilisées, la marche à pied est considérée comme un des modes de transport « *si elle est exclusive (en d'autres termes, elle n'est pas enregistrée si elle se combine avec d'autres modes de transport)* ».

8.2.1.1. Mobilité longue distance

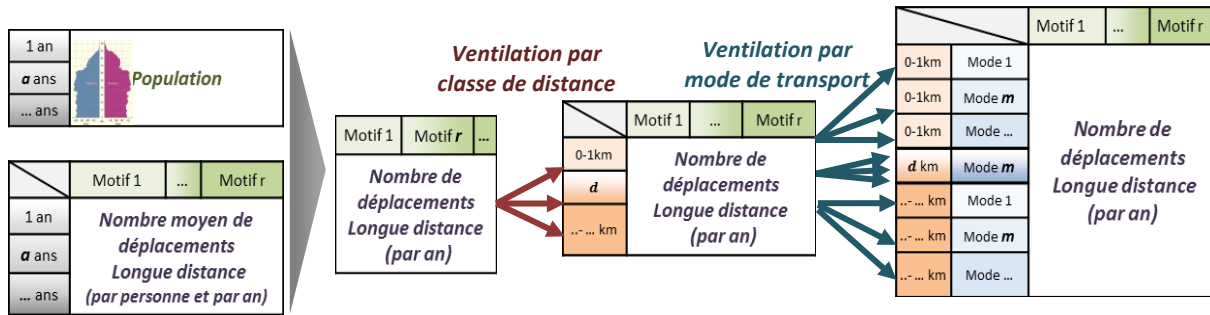


Figure 46 - Séquence de modélisation pour la mobilité longue distance

A chaque instant t , la mobilité longue distance annuelle, exprimée en nombre de déplacements par **motif** r , par **classe de distance** d , et par **mode de transport** m , est calculée par :

$$\begin{aligned}
 \text{Mobilité_LD}_{r,d,m}(t) &= \left(\sum_a (\text{Population}_a(t) \times \text{Déplacements_par_pers_LD}_{a,r}(t)) \right) \times \%Distance_{r,d}(t) \\
 &\times \%Modal_{r,d,m}(t)
 \end{aligned}$$

Avec :

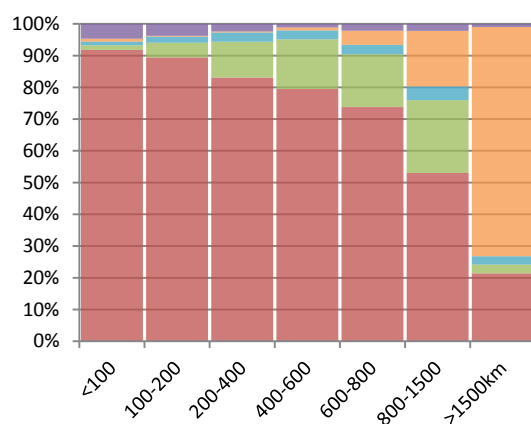
- Population_a : Effectif de population de la classe d'âge a
- $\text{Déplacements_par_pers_LD}_{a,r}$: Nombre moyen de déplacements par personne d'âge a , pour le motif r (par an)
- $\%Distance_{r,d}$: Part du total des déplacements effectués pour motif r , appartenant à la classe de distance d
- $\%Modal_{r,d,m}$: Part modale du mode de transport m , pour un déplacement de distance d effectué pour un motif r (cf. Figure 47)

L'utilisateur du modèle peut jouer sur chacun de ces paramètres : l'évolution du nombre de déplacements par motif pour les différents âges, leur répartition par classe de distance, et l'évolution des parts modales en fonction de la distance du déplacement pour chaque motif.

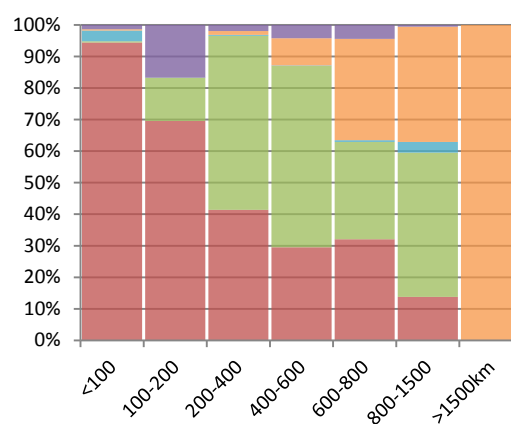
Notons que la différenciation des comportements de mobilité par âge adoptée ici ne saurait constituer *en soi* un gage de robustesse pour l'analyse de l'évolution de la mobilité. De manière générale, les modèles à cohortes offrent la possibilité de rendre compte des effets liés à l'évolution structurelle de la pyramide des âges ; mais il faut encore s'interroger sur l'évolution possible des valeurs attribuées à chaque classe d'âge. En particulier, il convient de garder à l'esprit que d'éventuels *effets de génération* sont susceptibles de peser dans l'évolution des comportements de mobilité –comme par ailleurs dans celle des autres dimensions des modes de vie (consommation, etc.) – : les comportements sont souvent inertiels, et il est très probable que les attentes et les comportements de mobilité *futurs* des générations intermédiaires actuelles, habituées dans l'ensemble à une forte mobilité, ne ressemble en rien à ceux des générations précédentes au même âge. Reste que l'évolution de la mobilité, comme du reste, dépendra toujours, en dernier recours, du projet –ou de l'absence de projet– de société. Gardons donc ouvert l'éventail des possibles, mais ne négligeons pas les inerties ou les obstacles à surmonter.

Parts modales en fonction de la distance des déplacements – Mobilité longue distance

Déplacements pour motifs personnels



Déplacements pour motifs professionnels



■ Voiture ■ Train ■ Autocar ■ Avion ■ Autre mode

(source des données : Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie, 2010)

Figure 47 - Parts modales en fonction de la distance et des motifs des déplacements pour la mobilité longue distance

8.2.1.2. Mobilité locale

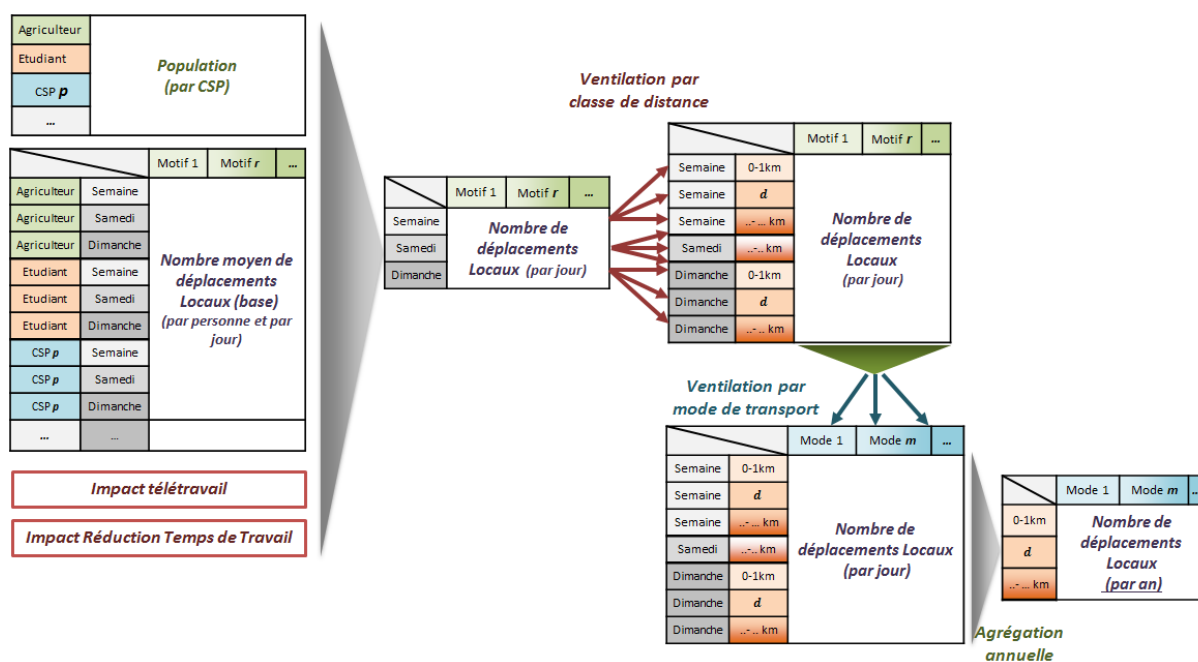


Figure 48 - Séquence de modélisation pour la mobilité locale

La mobilité locale est ici définie à partir d'un nombre moyen journalier de déplacements locaux, par motif, pour chaque catégorie socioprofessionnelle, et pour chaque type de journée.

Le champ des déplacements considérés pour la mobilité locale recouvrant celui de la mobilité régulière, il comprend entre autres les déplacements domicile ↔ travail. Ceux-ci peuvent être mis en lien avec les modalités et l'organisation du travail, que diverses propositions supportées par les mouvements de la décroissance sont susceptibles de remettre en cause. Nous nous attachons ici à prendre en compte l'impact potentiel de deux propositions en particulier : la pratique du télétravail et l'évolution de la durée du travail (rémunéré ou salarié) par personne.

8.2.1.2.1. Prise en compte du télétravail

Se rapportant à des pratiques de travail à distance, certaines existant depuis au moins trente ans et d'autres évoluant au gré des évolutions technologiques (internet, etc.), la notion de « télétravail » reste difficile à cerner. Inspirée des travaux du Forum des droits sur l'Internet (FDI), la définition retenue par le Centre d'analyse stratégique (CAS) est aujourd'hui assez consensuelle : « *Le télétravail peut être défini comme étant le travail qui s'effectue, dans le cadre d'un contrat de travail, au domicile ou à distance de l'environnement hiérarchique et de l'équipe du travailleur à l'aide des technologies de l'information et de la communication* »²⁹⁴ (Ferhenbach et al., 2009). Toutefois, cette définition assez large englobe une diversité de situations, pour lesquelles le FDI propose une topologie distinguant : *télétravail à domicile*, *télétravail nomade*, *télétravail en télécentres*, et *télétravail en réseau*²⁹⁵. Aussi, l'absence de définition normalisée au niveau international²⁹⁶ rend difficile la mesure statistique de la diffusion des pratiques du télétravail, et encore davantage son interprétation.

Les rares études disponibles pour la France, font état d'une progression régulière du télétravail sur les vingt dernières années, qui concernerait environ 7% (2% à domicile, 5% nomades) de l'ensemble des personnes en situation d'emploi au début des années 2000 (Coutrot, 2004; Ferhenbach et al., 2009), et plus de 12% des salariés en 2012 (Greenworking, 2012)²⁹⁷. Des chiffres relativement faibles comparé à d'autres pays de l'OCDE (Pays scandinaves, Pays bas, USA, Royaume-Uni, Allemagne, etc. où le taux dépasserait 15%) ((Ferhenbach et al., 2009), et Figure 49).

Par ailleurs, le télétravail ne se prête pas à tout type de tâche, ni à tout type d'emploi (ce qui explique qu'on ne l'observe pas pratiqué dans les mêmes proportions suivant les CSP, et d'une branche à l'autre²⁹⁸). Par conséquent, ces chiffres sont à mettre en regard avec ce que l'on pourrait appeler un « *gisement potentiel* » de télétravail, relatif à sa faisabilité. Dans cette optique, le CAS estime, en évaluant pour chaque profession la

²⁹⁴ Un récapitulatif de différentes définitions (historiques) du télétravail en France et à l'étranger peut être trouvée en Annexe 4 et 5 du document du CAS (Ferhenbach et al., 2009, pp. 128-131).

²⁹⁵ « le **télétravail à domicile** concerne le salarié travaillant la majorité du temps à la maison et se rendant de temps en temps dans les locaux de son employeur ; le **télétravailleur nomade** conserve un poste de travail physique dans l'entreprise mais utilise les TIC dans ses déplacements, à la maison ou chez ses clients pour se connecter au système d'information (SI) de l'entreprise ; le **télétravail en télécentres** – qu'ils soient publics ou réservés à une seule entreprise – permet de distinguer clairement vie privée et vie professionnelle, et de maintenir les contacts entre salariés ; le **télétravailleur en réseau** peut être localisé dans un site – celui de l'entreprise, dans un télécentre ou chez le client – et travailler sous le contrôle d'un manager à distance, éventuellement au sein d'une « équipe virtuelle ». (Ferhenbach et al., 2009)

²⁹⁶ Le bureau international du travail (BIT), par exemple, ne propose pas encore de définition harmonisée du télétravail à cette date.

²⁹⁷ Les différences de définition données au télétravail et aux télétravailleurs, et les différentes dates des enquêtes mobilisées, invitent à considérer ces chiffres avec prudence. On se reportera au document du CAS (Ferhenbach et al., 2009, pp.19-21 et Annexe 7) pour une analyse comparative de ces « données ».

²⁹⁸ La pratique du télétravail reposant sur l'usage des TIC et nécessitant un certain degré d'autonomie dans l'activité professionnelle, celle-ci concerne essentiellement les ingénieurs, cadres et « professions intellectuelles supérieures ». Le télétravail ne concerne pas, jusqu'à présent, les ouvriers, et peu les employés (du télétravail au travail mobile p19/145; CAS 2009). Par ailleurs, certaines branches, telles les branches services TIC et services financiers, ont davantage développé cette pratique que les autres secteurs.

« probabilité »²⁹⁹ de pouvoir pratiquer le télétravail, que celui-ci s'appliquait potentiellement à 28% des emplois en 2008 (Ferhenbach et al., 2009). Un chiffre qui concorde avec les estimations subjectives recueillies via l'enquête SIBIS de 2002, d'après laquelle 24% de la population active estimerait que sa tâche est réalisable en télétravail alterné (une journée par semaine) (Morel à Lhuissier, 2006).

Nous nous intéressons ici à l'impact du télétravail sur la mobilité locale dans la mesure où le développement de cette pratique est susceptible de réduire le nombre de déplacements pour motifs professionnels et leurs impacts associés (énergétiques et environnementaux).

En posant l'hypothèse que la pratique du télétravail implique une annulation des déplacements domicile ↔ travail relatifs aux plages de travail concernées, il est alors possible de définir un facteur de réduction global à l'échelle macro du nombre de déplacements *pour motif professionnel* :

Facteur_Télétravail_{r,csp}(t)

$$= \begin{cases} 1 - (\text{Potentiel_TW}_{csp}(t) \times \text{Taux_de_Pratique_TW}_{csp}(t) \times \%temps_TW_{csp}(t)), & \text{si } r = \text{motif professionnel} \\ 1 & , \text{ si } r \neq \text{motif professionnel} \end{cases}$$

Avec :

- **Potentiel_TW_{csp}** : Proportion des personnes assimilées à la catégorie **csp** pour laquelle la pratique du télétravail est envisageable (rejoint la notion de *gisement potentiel de télétravail* décrite plus haut). Ce potentiel par CSP est évalué en amont du modèle à partir d'une désagrégation plus fine des effectifs de chaque CSP par famille professionnelle pour l'année 2011³⁰⁰.
- **Taux_de_Pratique_TW_{csp}** : Part des personnes qui pratiquent effectivement le télétravail parmi les personnes de la catégorie **csp** pour qui le télétravail est envisageable
- **%temps_TW_{csp}** : Part du temps de travail effectuée en télétravail par les personnes qui pratiquent le télétravail.

²⁹⁹ Concrètement, cela consistait à affecter à chacune des 82 professions de la nomenclature FAP un coefficient valant 0 (« probabilité nulle de télétravail »), 0.5 (« probabilité faible ou moyenne de télétravail »), ou 1 (« Probabilité forte de télétravail ») suivant la proportion de la main d'œuvre de la profession en question dont on estime qu'elle pourrait pratiquer le télétravail. Il s'agit donc d'une approche qualitative basée sur « jugements d'experts », qui induit une certaine marge d'inexactitude.

³⁰⁰ Intégrer cette désagrégation en famille professionnelle au sein du modèle permettrait une meilleure prise en compte des effets d'éventuelles évolutions structurelles de l'économie, la part de chaque famille professionnelle au sein de chaque CSP étant dans ce cas susceptible de changer.

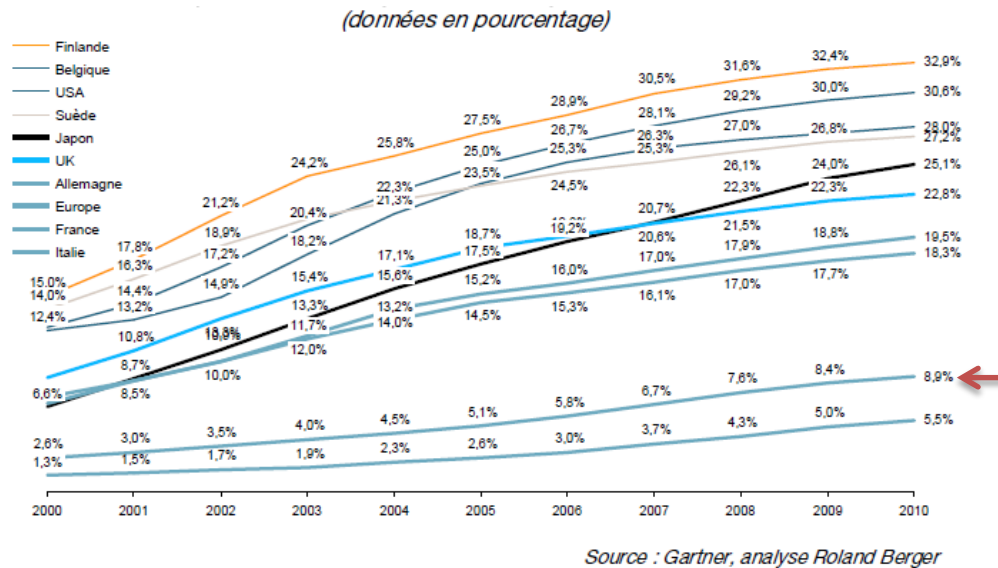


Figure 49 - Population salariée pratiquant le télétravail plus de 8 heures par mois sur la période 2000-2010 (Ferhenbach et al., 2009)

8.2.1.2.2. Prise en compte d'une évolution de la durée du travail

La deuxième proposition pour laquelle nous chercherons à quantifier les effets potentiels sur la mobilité locale, et plus particulièrement sur les déplacements à motifs professionnels, concerne une évolution de la durée du travail rémunéré. Il est à prévoir que l'impact d'une telle évolution dépendra évidemment de son ampleur, mais aussi des formats retenus pour son application. Une réduction de la durée du travail – proposition communément rencontrée parmi les partisans de la décroissance – peut en effet s'envisager de différentes manières : sous la forme d'une diminution de la durée hebdomadaire ; ou alors d'une diminution mensuelle, annuelle, ou pluriannuelle, à durée hebdomadaire inchangée (ex : davantage de jours de congés dans l'année, mois ou année sabbatique, etc.). Dans les deux cas, l'évolution de la durée du travail n'aura pas nécessairement les mêmes conséquences sur le nombre de déplacements professionnels :

- dans le premier cas, elle pourrait être sujette à des « effets de seuils », n'ayant aucun impact en dessous d'un certain seuil (le travailleur effectuant toujours le même nombre de déplacements jusqu'à son lieu de travail mais y séjournant moins longtemps), et pouvant, au-delà de celui-ci, se traduire par « paliers » (chaque fois que l'évolution de la durée du travail excède le temps moyen de séjour sur le lieu de travail entre deux déplacements, rendant ainsi possible la suppression d'une plage de travail et des déplacements qui s'y rapportent³⁰¹) ;
- dans le second cas, où les effets de seuils (par demi-journée) peuvent être négligés³⁰², l'évolution du nombre de déplacements professionnels peut être supposée directement proportionnelle à celle de la durée du travail.

³⁰¹ Dans ce schéma, que nous adoptons pour la suite, nous posons l'hypothèse (arbitraire) qu'un travailleur, lorsque l'ampleur de l'évolution de la durée du travail le permet, cherchera à minimiser ses déplacements vers son travail : dans le cas d'une réduction de la durée du travail, en groupant ses heures de travail comme auparavant (plutôt que de répartir la diminution sur chaque plage de travail en effectuant le même nombre de déplacements) ; dans le cas d'une augmentation de la durée, en répartissant cette augmentation sur chaque plage de travail, jusqu'à ce que l'ampleur de l'augmentation justifie (ou nécessite) l'ajout d'une nouvelle plage de travail, et les déplacements associés.

³⁰² A l'échelle du mois ou de l'année, l'ampleur de l'évolution de la durée du travail pourrait s'exprimer en multiples de la durée d'une plage de travail (par exemple en demi-journées ou en journées de travail).

En supposant, par simplicité, une évolution de la durée moyenne du travail (DT) homogène pour chaque CSP agrégée, et en considérant que la majorité des gens travaillent 5 jours par semaine³⁰³, on peut alors définir, pour chaque cas, un facteur " $Facteur\Delta DT$ " de réduction du nombre de déplacements *pour motif professionnel* en fonction de l'évolution *relative* de la durée du travail $\frac{DT(t)}{DT(t_0)}$:

→ 1^{er} cas : Evolution de la durée du travail selon un *format hebdomadaire* :

<i>Evolution de la durée du travail par personne</i>	<i>Impact en termes de nombre moyen de déplacements domicile ↔ travail</i>
$+10\% \leq \frac{DT(t)-DT(t_0)}{DT(t_0)} < +20\%$	$\equiv 1/2$ journée de plus par semaine → +10% pour les personnes qui font 2 allers-retours ou plus par jour → +20% pour les autres
$-10\% < \frac{DT(t)-DT(t_0)}{DT(t_0)} < +10\%$	→ Aucun impact sur les déplacements
$-20\% < \frac{DT(t)-DT(t_0)}{DT(t_0)} \leq -10\%$	$\equiv 1/2$ journée de moins par semaine → -10% pour les personnes qui font 2 allers-retours ou plus par jour → Aucun impact pour les autres
$-30\% < \frac{DT(t)-DT(t_0)}{DT(t_0)} \leq -20\%$	$\equiv 1$ journée de moins par semaine → -20% de déplacements domicile ↔ travail
$-40\% < \frac{DT(t)-DT(t_0)}{DT(t_0)} \leq -30\%$	$\equiv 1$ journée et 1/2 de moins par semaine → -30% pour les personnes qui font 2 allers-retours ou plus par jour → -20% pour les autres
<i>Etc.</i>	

Ce qui peut s'exprimer sous forme synthétique par :

$$Facteur\Delta DT_{r,csp}(t) = \begin{cases} (\%2AR_{csp}) \times \left(\frac{\lfloor \frac{DT(t)}{DT(t_0)} \times 10 \rfloor}{10} + 0.1 \right) + (1 - \%2AR_{csp}) \times \left(\frac{\lfloor \frac{DT(t)}{DT(t_0)} \times 5 \rfloor}{5} + 0.2 \right), & \text{si } r = \text{motif professionnel} \\ 1, & \text{si } r \neq \text{motif professionnel} \end{cases}$$

Avec :

- $\frac{DT(t)}{DT(t_0)}$: Valeur relative de la durée du travail par rapport à l'année de base t_0
- $\%2AR_{csp}$: Proportion des personnes assimilées à la catégorie socioprofessionnelle **csp** effectuant 2 allers-retours ou plus par jour pour les déplacements domicile ↔ travail.
- $\lfloor \quad \rfloor$: Fonction *partie entière* (par défaut)

→ 2nd cas : Evolution de la durée du travail selon un *format mensuel, annuel, pluriannuel* :

$$Facteur\Delta DT_r(t) = \begin{cases} \frac{DT(t)}{DT(t_0)}, & \text{si } r = \text{motif professionnel} \\ 1, & \text{si } r \neq \text{motif professionnel} \end{cases}$$

Il est par ailleurs tout à fait envisageable qu'une même évolution de la durée du travail par personne prenne, en pratique, un format différent selon les individus : hebdomadaire pour les uns, annuelle pour les autres. Le facteur d'impact sur les déplacements domicile ↔ travail peut alors être obtenu par combinaison linéaire des facteurs correspondant aux deux cas mentionnés ci-dessus.

³⁰³ Hypothèses clairement discutables, surtout et de plus en plus en ce qui concerne la seconde, avec le fort développement du travail à temps partiel.

Enfin, comme le temps libéré du travail (salarié) est susceptible d'être mis à profit pour d'autres activités induisant elles aussi des déplacements, il convient d'envisager un possible *effet rebond*. Notre modèle propose donc d'attribuer à ce temps 'libéré' une fraction k , définie par l'utilisateur, de la mobilité type d'un samedi³⁰⁴ (qui est un jour chômé par la plupart des personnes, mais pendant lequel les centres de loisirs, commerces, etc. sont ouverts). Suivant le cas, la composante de mobilité imputable à cet éventuel effet rebond peut ainsi s'écrire, en termes de nombre de déplacements effectués pour chaque motif r , et pour une personne assimilée à la catégorie socioprofessionnelle **csp** :

→ 1^{er} cas : Evolution de la durée du travail selon un *format hebdomadaire* :

$$Rebond_ \Delta DT_{csp,r}(t) = \frac{10 - \left(\left\lfloor \frac{DT(t)}{DT(t_0)} \times 10 \right\rfloor + 1 \right)}{2} \times k(t) \times Base_Déplacements_par_pers_{csp,r,samedi}(t)$$

Où $\frac{10 - \left(\left\lfloor \frac{DT(t)}{DT(t_0)} \times 10 \right\rfloor + 1 \right)}{2}$ correspond au temps' libéré' du (ou occupé par le) travail du fait de l'évolution de sa durée, exprimé en journées, par « *quanta* » de demi-journées.

→ 2nd cas : Evolution de la durée du travail selon un *format mensuel, annuel, pluriannuel* :

$$Rebond_ \Delta DT_{csp,r}(t) = \frac{DT(t)}{DT(t_0)} \times k(t) \times Base_Déplacements_par_pers_{csp,r,samedi}(t)$$

Avec, pour ces deux équations :

- $\frac{DT(t)}{DT(t_0)}$: valeur relative de la durée moyenne de travail par personne par rapport à l'année de base t_0
- k : coefficient d'effet rebond (si $k=0$: pas d'effet rebond, pas de déplacements pendant le temps « libéré » ; si $k=1$, le temps libéré est caractérisé par une mobilité identique à la mobilité moyenne d'un samedi.)
- $Base_Déplacements_par_pers_{csp,r,samedi}$: Nombre moyen de déplacements effectués un samedi pour le motif r par une personne assimilée à la catégorie socioprofessionnelle **csp**

Notons que cet effet rebond, tel qu'il est implémenté dans le modèle et décrit ci-dessus, n'impacte que la mobilité locale. En pratique, néanmoins, l'effet rebond peut aussi bien s'exprimer en termes de mobilité longue distance. *Nous laissons à l'utilisateur du modèle le soin –et la responsabilité – de prendre en compte cette éventualité et de poser de manière exogène les hypothèses qui lui paraîtront appropriées en termes d'évolution de la mobilité longue distance.*

³⁰⁴ On suppose donc ici que le temps « libéré » en semaine serait utilisé pour le même type d'activités que celles entreprises le samedi, et induirait les mêmes types de déplacements

8.2.1.2.3. Calcul de la mobilité locale totale

En prenant en compte les effets potentiels du télétravail et de l'évolution du temps de travail, le nombre moyen journalier de déplacements par personne pour motif r , un jour j , pour une personne assimilée à la catégorie socioprofessionnelle csp , peut alors s'écrire :

$$\begin{aligned} \text{Déplacements_par_pers}_{csp,r,j}(t) \\ = (\text{Base_Déplacements_par_pers}_{csp,r,j}(t) \times \text{Facteur_Télétravail}_{csp,r}(t) \\ \times \text{Facteur_}\Delta DT_{csp,r}(t)) + \text{Rebond_}\Delta DT_{csp,r,j}(t) \end{aligned}$$

Avec :

- $\text{Base_Déplacements_par_pers}_{csp,r,j}$: Nombre moyen « initial » (c'est-à-dire sans prise en compte du télétravail ou d'un changement de la durée du travail) de déplacements pour motif r , effectués un jour j , par une personne assimilée à la catégorie socioprofessionnelle csp .

A partir de là, on peut alors calculer la *mobilité locale journalière* de l'ensemble de la population, exprimée en nombre de déplacements pour chaque jour de type j , et ventiler ces déplacements par classe de distance d puis, en fonction de leur distance, par mode de transport m :

$$\begin{aligned} \text{Mobilité_Locale_Journalière}_{j,d,m}(t) \\ = \sum_r \left(\sum_{csp} (\text{Population}_{csp}(t) \times \text{Déplacements_par_pers}_{csp,r,j}(t)) \times \%Distance_{r,j,d}(t) \right) \\ \times \%Modal_{j,d,m}(t) \end{aligned}$$

Avec :

- Population_{csp} : Effectif de population assimilé à la catégorie socioprofessionnelle agrégée csp
- $\%Distance_{r,j,d}$: Part du total des déplacements effectués pour motif r , un jour j , appartenant à la classe de distance d
- $\%Modal_{j,d,m}$: Part modale du mode de transport m , pour un déplacement de distance d effectué un jour j (Figure 50)
- $\text{Déplacements_par_pers}_{csp,r,j}$: Nombre moyen de déplacements pour motif r , effectués un jour j par une personne assimilée à la catégorie socioprofessionnelle csp .

On en déduit alors la *mobilité locale annuelle*, exprimé en nombre de déplacements par mode m et pour chaque classe de distance d :

$$\begin{aligned} \text{Mobilité_Locale}_{d,m}(t) \\ = (5 \times \text{Mobilité_Locale_Journalière}_{semaine,d,m}(t) \\ + \text{Mobilité_Locale_Journalière}_{samedi,d,m}(t) \\ + \text{Mobilité_Locale_Journalière}_{dimanche,d,m}(t)) \times \frac{365.25}{7} \end{aligned}$$

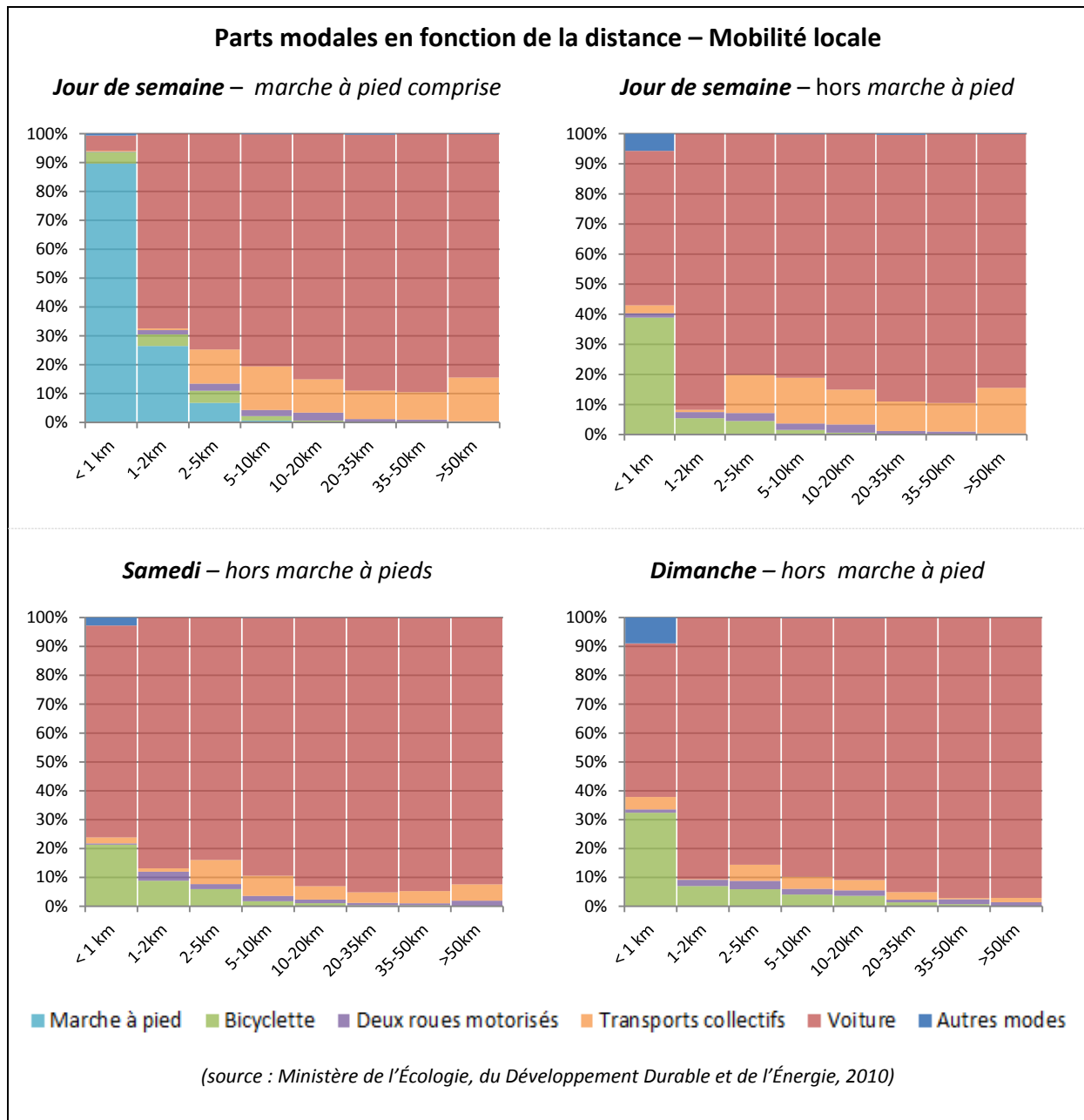


Figure 50 - Parts modales en fonction de la distance des déplacements pour la mobilité Locale

8.2.2. Usages énergétiques pour le transport de passagers

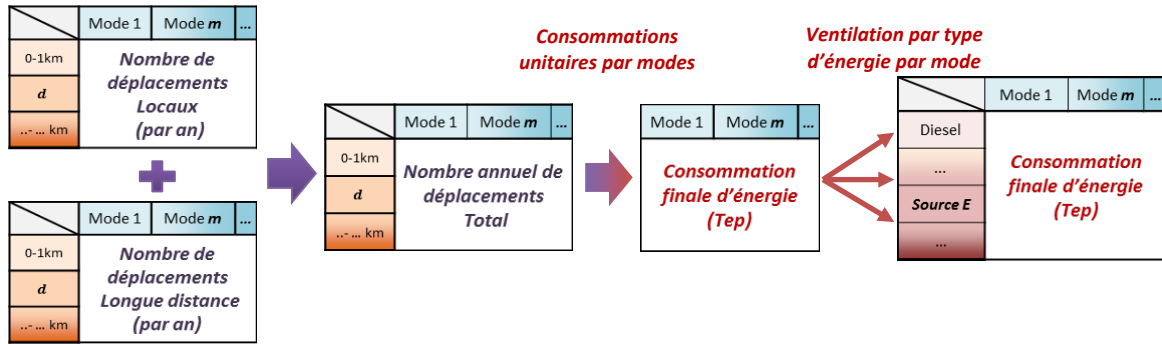


Figure 51 - Séquence de modélisation de la consommation d'énergie des transports de passagers

La mobilité totale correspond à la somme de la mobilité locale et de la mobilité longue distance :

$$Mobilité_Totale_{d,m}(t) = Mobilité_Locale_{d,m}(t) + Mobilité_LD_{d,m}(t)$$

Cette mobilité totale, exprimée en nombre de déplacements par mode et par classe de distance est convertie en passagers-kilomètre à partir de la distance moyenne observée des déplacements de chaque classe de distance d : $DistanceMoy_d$ ³⁰⁵ (Tableau 9):

$$Mobilité_Pass.km_{d,m}(t) = DistanceMoy_d \times Mobilité_Totale_{d,m}(t)$$

Tableau 9 : Distance moyenne observée des déplacements de chaque classe de distance

d	$DistanceMoy_d$ (km)
0-1 km	0.481
1-2 km	1.451
2-5 km	3.314
5-10 km	6.922
10-20 km	13.74
20-35 km	25.43
35-50 km	40.04
50-80 km	67.57
80-100 km	53.9
100-200 km	134.3
200-400 km	264.0
400-600 km	473.2
600-800 km	667.4
800-1500 km	964.4
>1500 km	3585

Distance calculée à partir des données (Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie, 2010)

La consommation finale d'énergie pour le transport de passagers est alors calculée à partir de la consommation d'énergie unitaire de chaque mode m , et ventilée par type d'énergie E :

$$NRG_Transport_Passagers_E(t) = \sum_m \sum_d (Mobilité_Pass.km_{d,m}(t) \times ConsoNRGunitaire_{m,d}(t) \times \%NRGtype_{m,E}(t))$$

Avec :

³⁰⁵ Qui diffère de la valeur centrale (moyenne des deux bornes) de chaque classe de distance, la distribution des distances des déplacements n'étant pas homogène au sein de chaque classe.

- $ConsoNRG_{unitaire_{m,d}}$: Consommation au kilomètre par le mode m pour un déplacement de distance d ³⁰⁶.
- $\%NRGtype_{m,E}$: Part de la source d'énergie de type E dans l'usage total d'énergie du mode de transport m

8.2.2.1. Prise en compte des taux d'occupation

Les consommations unitaires de chaque mode évoluent suivant des hypothèses définies de manière exogène par l'utilisateur. Celles-ci se rapportent d'une part à l'évolution de l'efficacité énergétique des modes (hypothèses techniques), et d'autre part à l'évolution de leurs *taux d'occupation*. Car il est tout à fait possible que ceux-ci viennent capter, dans une certaine mesure, une éventuelle évolution de la fréquentation des différents modes³⁰⁷. Dans ce cas, la consommation d'énergie de traction d'un véhicule (train, bus, voiture, etc.) ne dépendant généralement qu'à la marge de son taux de remplissage³⁰⁸, nous supposons ici, en première approximation, que l'évolution relative de la consommation unitaire de chaque mode est inversement proportionnelle à celle du taux d'occupation correspondant.

Par ailleurs, de ces taux d'occupation dépendent aussi – et peut-être encore plus directement – les besoins en véhicules et en infrastructures, autrement dit : les besoins en actifs fixes de type « matériel de transport » et « autres bâtiments et ouvrages » de la branche transport. Nous répercutons donc dans notre modèle ces effets sur la FBCF de la branche transport par le biais des « intensités capitalistiques » correspondantes (à la branche et aux types d'actifs), dont nous supposons l'évolution relative inversement proportionnelle à celle des taux d'occupation, ici aussi.

Notons que les paramètres de taux d'occupation utilisés dans le modèle correspondent à des taux d'occupations *moyens*³⁰⁹, qui ne permettent pas de rendre compte de leur variabilité à l'échelle du jour ou de la semaine : certains modes peuvent par exemple avoir un taux d'occupation moyen modéré, mais être fréquemment saturés en heures de pointe. Il revient à l'utilisateur de choisir des hypothèses d'évolution des taux moyens cohérentes de ce point de vue en prenant en compte les rythmes sociaux.

³⁰⁶ La consommation unitaire de certains modes de transport agrégés est en effet différenciée en fonction des distances afin de traduire ou refléter différentes sous-catégories dans les modes de transport (ex : trains interurbains, TER, TGV, etc.) ou différents usages d'un même mode (ex : voiture en environnement urbain, périurbain, ou sur autoroute), qui conduisent à des consommations unitaires différentes.

³⁰⁷ Par exemple, une augmentation de la fréquentation du ferroviaire se traduirait probablement – au moins dans un premier temps - par une augmentation du taux de remplissage des trains, et pas nécessairement par une augmentation du nombre de trains et de leur fréquence de circulation (en particulier si l'on tient compte de la saturation possible du réseau), ou du nombre de voies desservies.

³⁰⁸ Compte-tenu de la masse généralement faible des passagers par rapport à celle de l'ensemble « véhicule + passagers », et du fait que celle-ci se ressent, en termes d'énergie, essentiellement durant les phases d'accélération (pour les transports terrestres), une grande partie de l'énergie de traction d'un véhicule sert à déplacer le véhicule lui-même. C'est le cas par exemple pour un train, pour un bus, pour une voiture, peut-être un peu moins pour un avion (faible poids), un métro ou un tram léger (importantes capacités de transport et phases d'accélération nombreuses). L'automobile, en particulier, qui consiste à faire souvent voyager près d'une tonne de matériaux pour accompagner le déplacement d'une seule personne reste pourtant le mode de transport privilégié dans notre société.

³⁰⁹ Les valeurs initiales de taux d'occupation de différents modes sont issues du rapport Deloitte (ex : autocar 66%, etc.). Pour les voitures, les taux d'occupation sont fonction de la distance du déplacement et sont issus de (Grimal, 2011).

8.2.2.2. Le véhicule particulier

Parmi les différents modes de transport considérés ici, la voiture particulière mérite d'être examinée plus en détail, compte tenu de sa part hégémonique dans les transports et du poids de ses impacts : en France en 2013, la voiture particulière représentait plus de 74% du transport intérieur de passagers (en passagers-km), et serait responsable de près de 46% de la consommation totale d'énergie de traction, et de plus de 56% des émissions de GES de l'ensemble du secteur des transport. Une approche plus raffinée nous semble souhaitable ici.

➤ Représentation de la flotte de véhicules

Nous avons donc intégré au modèle une représentation segmentée de la flotte française de voitures particulières, qui distingue 7 catégories de véhicules suivant leur type de moteur et leur puissance fiscale³¹⁰ (Diesel 0 à 5 CV ; Diesel 6 à 8 CV ; Diesel 9 CV et + ; Essence 0 à 5 CV ; Essence 6 à 8 CV ; Essence 9 CV et + ; et véhicule électrique moyen-petit)³¹¹

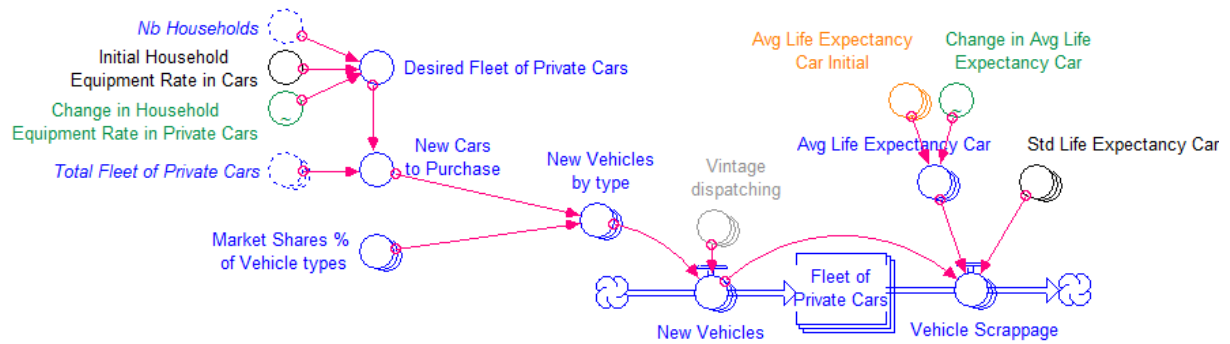


Figure 52 - Représentation des stocks de véhicules privés dans le modèle

Dans une logique similaire à celle employée pour les stocks d'actifs fixes, et présentée au [paragraphe 5.22](#), le parc statique de véhicules est représenté sous la forme de différents stocks, correspondant chacun à une catégorie de véhicules c . Chacun de ces stocks est alimenté en entrée par un flux d'achat de nouveaux véhicules $Nouveaux_VP_c$ et est soumis à un flux de sorties de véhicules $Sorties_VP_c$ correspondant à leur mise au rebut en fin de vie.

$$Stock_VP_c(t) = Stock_VP_c(t_0) + \int_{t_0}^t (Nouveaux_VP_c(\tau) - Sorties_VP_c(\tau)) . d\tau$$

- **Sorties du parc** : Les véhicules sont ici aussi supposés suivre une loi de survie f_{μ_v, σ_v} de type log-normale, dont les paramètres μ_v et σ_v , propres à chaque catégorie de véhicules, **et modifiables par l'utilisateur**, sont par défaut issus (repris ou interpolés) de (Gallez, 1994) et (Lacour and Joumard, 2002)³¹². Par conséquent, les flux de sorties des différents stocks peuvent s'exprimer par:

³¹⁰ Le cheval fiscal (CV) est l'unité d'évaluation de la puissance d'un moteur utilisée pour définir la taxe sur l'immatriculation des véhicules. En France, l'article 62 de la loi n° 98-546 du 2 juillet 1998 définit la valeur de la puissance fiscale de la sorte : $P_f = C/45 + (P/40)^{1.6}$ avec C la valeur normalisée d'émission de CO2 (en g/km), et P la puissance maximale du moteur (en kW).

³¹¹ Ce niveau de désagrégation a été retenu comme compromis entre la capacité à rendre compte d'effets de structure du parc et le souci de simplicité d'utilisation du modèle, mais les données disponibles autoriseraient une segmentation plus fine.

³¹² Les valeurs de ces paramètres sont basées sur « l'exploitation des informations recueillies dans les enquêtes de conjoncture auprès des ménages de l'INSEE ainsi que dans le Panel Auto. Leur valeur intègre toutes les formes de sortie du parc automobile et a fortiori les sorties correspondant à une mise au rebut des véhicules mais aussi à une vente à l'étranger. » (Hugrel and Joumard, 2004).

$$Sorties_VP_c(t) = \int_{-\infty}^t (Nouveaux_VP_c(\tau) \times f_{\mu_c, \sigma_c}(t - \tau)) d\tau$$

Les données initiales (stocks initiaux et immatriculations neuves des périodes antérieures) sont essentiellement issues du fichier central des automobiles (Commissariat général au Développement durable, 2015), de l'(ADEME, 2011), et du site internet du comité des constructeurs français d'automobile (CCFA)³¹³.

- **Entrées de nouveaux véhicules :** Le flux *total* d'achats de voitures particulières neuves est tel qu'il vise à ajuster à chaque instant le stock *total* de véhicules à un niveau « cible » correspondant au produit du nombre de ménages par leur taux d'équipement, *défini de façon exogène par l'utilisateur*³¹⁴ :

$$Total_Nouveaux_VP(t) = MAX \left[Nb_ménages(t) \times Tx_équipt_VP(t) - \sum_c Stock_VP_c(t) ; 0 \right]$$

Le nombre total de véhicules achetés est ensuite ventilé suivant les parts de ventes respectives des différentes catégories de véhicules, (définies de façon exogène par l'utilisateur), ce qui nous donne les flux d'entrées pour chaque stock :

$$Nouveaux_VP_c(t) = \%Ventes_VP_c(t) \times Total_Nouveaux_VP(t)$$

➤ Calcul des consommations unitaires moyennes du mode de transport « voiture »

De la structure du parc statique ainsi modélisé vont dépendre les consommations d'énergie unitaires *moyennes* du mode de transport « voiture ». Celles-ci sont calculées à partir des consommations unitaires associées aux différentes catégories de véhicules³¹⁵, pondérées par la part respective de chaque catégorie dans le parc statique total, et par des *coefficients d'utilisation*, qui visent à rendre compte de l'usage (kilométrage annuel) plus ou moins intensif des véhicules selon leur catégorie³¹⁶. Par ailleurs, nous opérons une différenciation des véhicules suivant leur époque d'achat ("*vintage*"), par période de 5 ans, qui autorise une certaine incorporation du progrès technique aux véhicules : les consommations unitaires des voitures *neuves* évoluent selon des hypothèses définies de manière exogène par l'utilisateur. Par défaut, les consommations sont supposées suivre une amélioration annuelle de 1%, correspondant à l'évolution moyenne observée sur les 20 dernières années³¹⁷.

³¹³ Pour la ventilation diesel/essence des immatriculations neuves, voir par exemple : <http://www.ccfa.fr/statistiques/faits-et-chiffres/en-france/le-marche/> et <http://www.ccfa.fr/statistiques/faits-et-chiffres/en-france/usage-de-l-automobile/>

³¹⁴ L'utilisateur du modèle peut aussi bien choisir de définir un taux d'équipement par personne plutôt que par ménage si jugé plus approprié.

³¹⁵ Les consommations unitaires initiales des différentes catégories de véhicule, pour les différentes classes de distance sont calculées à partir de consommations unitaires moyennes du parc global (par type de trajet : urbain, péri-urbain, ou régional et national) issues de (Deloitte, 2008) et d'une étude statistique des consommations des véhicules les plus vendus en France pour chaque catégorie. Cette étude se base sur près de 1100 déclinaisons de 64 modèles de véhicules de 17 constructeurs différents (données constructeur) (Briens, 2011).

³¹⁶ Les coefficients d'utilisation sont quant à eux définis à partir de fonctions d'utilisation des véhicules issues de (Bourdeau, 1997).

³¹⁷ Il s'agit toutefois là d'une hypothèse probablement très optimiste sur le long terme, que nous invitons l'utilisateur à reconsidérer, au regard du potentiel résiduel envisageable d'amélioration technique des véhicules. Un cycle thermodynamique Diesel ou un cycle de Beau de Rochas ont des rendements théoriques indépensables...

8.2.3. Les consommations énergétiques du transport de marchandises

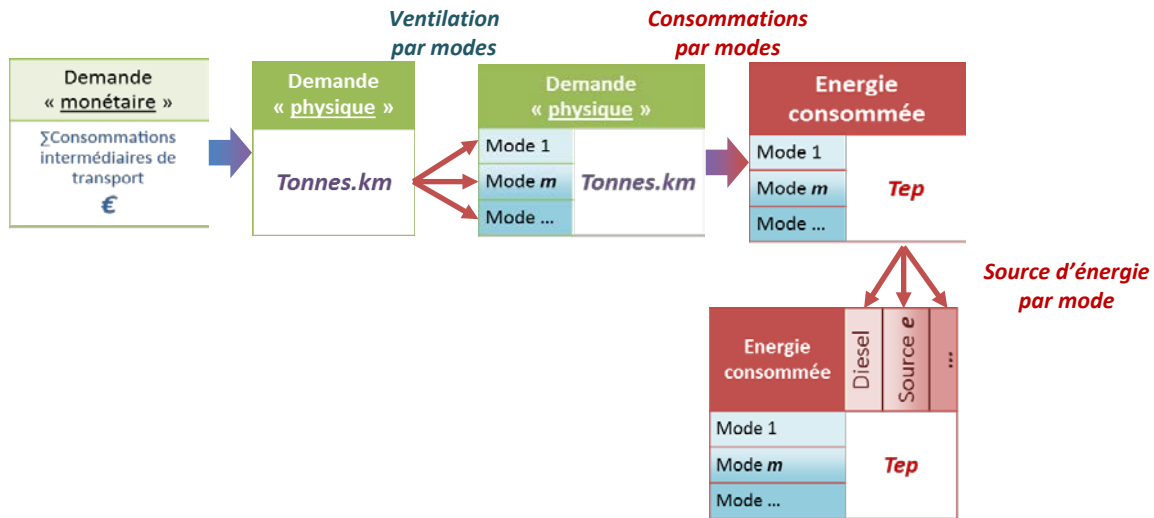


Figure 53 - Séquence de modélisation de la consommation d'énergie du transport de marchandises

Nous supposons ici que le volume physique total de transport de marchandises, exprimé en tonnes.km, évolue proportionnellement au volume de l'ensemble des consommations intermédiaires de transport des différentes branches, calculées à travers l'analyse entrées-sorties³¹⁸. Une fois évalué, ce volume physique total est ventilé par mode de transport. La consommation finale d'énergie pour le transport de marchandises est enfin calculée à partir des consommations unitaires de chaque mode (en tep/tonnes.km), et ventilée par type d'énergie. On peut ainsi exprimer la consommation finale d'énergie de type E du transport de marchandises par :

$$NRG_Fret_E(t) = \sum_m \left((Total_CI_HZ\epsilon(t) \times Coeff\epsilon to Tkm) \times \%Modal_m(t) \times ConsoNRGunitaire_m(t) \times \%NRGtype_{m,E}(t) \right)$$

Avec :

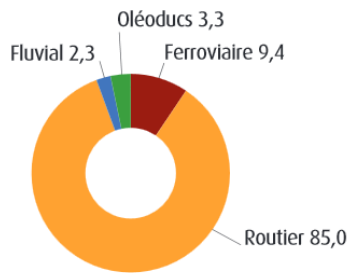
- $Total_CI_HZ\epsilon$: Total des consommations intermédiaires de transport (produit HZ), exprimé en unités monétaires
- $Coeff\epsilon to Tkm$: Coefficient de conversion du volume de transport de marchandises d'unités monétaires (€) en unités physiques (tonnes.km)
- $\%Modal_m$: Part modale du mode de transport m (Figure 54)
- $ConsoNRGunitaire_m$: Consommation d'énergie unitaire du mode de transport m (en Tep/tonnes.km)
- $\%NRGtype_{m,E}$: Part de chaque type d'énergie E dans la consommation totale d'énergie du mode de transport m .

Les hypothèses concernant l'évolution des parts modales, celle des consommations d'énergie unitaires et celles du type d'énergie utilisée sont définies de manière exogène par l'utilisateur.

³¹⁸ Cette hypothèse est à considérer avec précaution, notamment dans le cas d'une évolution marquée des parts modales (compte tenu des coûts contrastés entre les différents modes de transport), ainsi que dans le cas – probable – d'une évolution relative de ces coûts (laquelle pourrait par exemple être liée à des évolutions relatives des prix des différents vecteurs énergétiques employés par les différents modes). De telles évolutions impliqueraient une modification sensible des coefficients de passage monétaire->physique.

Parts modales terrestres en 2013

En %



Sources : SOeS, CCTN 2014

Figure 54 - Parts modales terrestres du fret en France en 2013

8.2.4. Emissions de polluants et GES du transport

Nous conservons ici une approche désagrégée par mode de transport : voiture particulière, deux-roues, poids-lourds bus et cars, transport ferroviaire, maritime, aérien. Pour chaque mode, nous associons chaque polluant atmosphérique à un ou plusieurs types d'énergie, sur la base des informations fournies par (CITEPA, 2014). Les émissions des différents polluants sont alors supposées évoluer, pour chaque mode de transport de manière proportionnelle aux consommations d'énergie correspondantes du mode considéré, à partir d'une valeur initiale issue de (CITEPA, 2014). L'utilisateur peut par ailleurs appliquer de manière exogène des hypothèses d'amélioration de l'intensité des émissions³¹⁹. On peut écrire, pour chaque mode m et polluant p :

$$EmiTransport_{m,p}(t) = KémiTra_{m,p}(t) \times EmiTransport_{m,p}(t_0) \times \sum_E \left(\alpha_{p,m,E} \times \frac{ConsoNRG_{m,E}(t)}{ConsoNRG_{m,E}(t_0)} \right)$$

Avec :

- $EmiTransport_{m,p}(t_0)$: émissions de polluant p par le mode m pour l'année de base ;
- $KémiTra_{m,p}$: coefficient d'amélioration par rapport à l'année de base de l'intensité émissive du mode m , relative au polluant p , *défini de manière exogène par l'utilisateur* ;
- $ConsoNRG_{m,E}$: consommation d'énergie de type E par le mode m ;
- $\alpha_{p,m,E}$: proportion des émissions de polluant p par le mode m imputable à la consommation d'énergie de type E (on a donc : $\sum_E \alpha_{p,m,E} = 1$).

Cette méthode revient donc au final à appliquer des coefficients d'émissions pour chaque polluant, par mode de transport et par type d'énergie consommée.

³¹⁹ Il est de la responsabilité de l'utilisateur de poser des hypothèses cohérentes, en gardant à l'esprit que certaines émissions sont « fatales » (par exemple, la combustion d'un gramme d'essence émettra toujours 3.09g de CO₂, etc.)

8.3. Le secteur résidentiel

Le secteur résidentiel mérite qu'on lui porte un intérêt particulier à plusieurs égards. Du point de vue économique, tout d'abord, au premier rang devant l'alimentation et les transports, le poste logement se distingue par son poids remarquable dans le budget des ménages : en 2010, un ménage français sur deux consacrait plus de 18.5%³²⁰ de son revenu à se loger, dans un contexte de prix de l'immobilier relativement élevés (Conseil général de l'environnement et du développement durable, 2015; Friggitt, 2010). En termes d'activité, si la branche « activités immobilières » ne représentait « que » 1.3% de l'emploi intérieur en personnes physiques en 2012, sa part dans le PIB atteignait 12.7%. En termes de patrimoine, au sens de la comptabilité nationale, les logements constituent actuellement près de 58% de l'ensemble des actifs fixes produits de l'économie³²¹. Par ailleurs, du point de vue des impacts, la part importante du secteur résidentiel dans les usages énergétiques (28.4% de la « consommation finale » directe d'énergie en 2013) et dans les émissions de gaz à effet de serre (13% des émissions sur le territoire national, hors UTCF), ou encore la production intensive de déchets par le secteur du bâtiment (près de 11% du tonnage total de déchets générés en France³²²) sont autant d'éléments qui justifient de traiter ce secteur de manière approfondie³²³.

Dans ce qui suit, nous nous intéressons au parc immobilier et à sa dynamique d'évolution, ainsi qu'aux différents usages énergétiques du résidentiel – dont dépendent pour l'essentiel les émissions de polluants atmosphériques et de GES de ce secteur.

8.3.1. Parc de logements

Le parc de logements français est représenté ici de manière désagrégée, par époque de construction³²⁴ p et par type de logement h (maison individuelle ou logement collectif), sous forme de stocks. Ces stocks sont alimentés en entrée par des flux de logements nouvellement construits, tandis que des flux de sortie traduisent l'érosion du parc, c'est-à-dire la démolition de logements anciens.

Si les usages énergétiques du secteur résidentiel sont essentiellement associés aux résidences principales³²⁵, le potentiel de réemploi ou de réoccupation qu'offrent les logements vacants et les résidences secondaires justifie leur prise en compte dans notre modèle. Un tel potentiel, mobilisable par exemple dans le cadre d'une politique du logement, est en effet susceptible de permettre une diminution sensible³²⁶ du besoin de constructions neuves et des impacts associés. La représentation du parc immobilier proposée ici englobe donc

³²⁰ Source : INSEE, enquête SRCV 2010. Il s'agit du *taux d'effort médian* de la population en France métropolitaine. Sans surprise, d'importantes disparités sont à noter en termes de taux d'effort pour se loger : selon le revenu évidemment, ainsi que le statut d'occupation - locataires ou propriétaires-, ou d'accession à la propriété, etc.

³²¹ Et 48% du stock d'actifs brut.

³²² Le secteur du bâtiment a généré 38.2 millions de tonnes de déchets en 2008 (Conseil général de l'environnement et du développement durable, 2010a), sur un total national d'environ 355 millions de tonnes (ADEME, 2014)

³²³ Sans oublier tout ce qui se rapporte à l'importance vécue, subjective, du logement en tant que lieu de vie de référence (pour celles et ceux qui en ont un), où s'écoule plus de la moitié du temps quotidien des gens, et où se dépose une partie conséquente de leurs consommations matérielles.

³²⁴ Les périodes de construction considérées sont les suivantes : avant 1949 / 1949-1974/1975-1981 / 1982-1989 /1990-1998 /1999-2011 /2012-2024 /2025-2049 /après 2050.

³²⁵ Les résidences principales étaient responsables d'une consommation de 460TWh en 2012, sur un total de 476 TWh pour le secteur résidentiel total, soit environ 97%(Centrer d'étude et de recherches économiques sur l'énergie, 2014).

³²⁶ Au premier janvier 2014, le parc de résidences secondaires de France métropolitaine était estimé à 3177milliers, celui de logements vacants à 2640 milliers, pour un parc de résidences principales de 28077 milliers de logements (INSEE, 2015b). Le parc de résidences secondaires et celui de logements vacants représentent donc respectivement environ 9.4% et 7.8% du parc total de logements existant en métropole. Même si les logements vacants et les résidences secondaires sont en moyenne plus petits que les résidences principales, on perçoit ici l'enjeu de la réappropriation ou de la réoccupation des logements inoccupés.

l'ensemble des logements. Ceux-ci y sont répartis en trois catégories de stocks distinctes, en fonction de leur statut d'occupation à un instant donné : résidence principale, résidence secondaire, ou logement vacant³²⁷.

Il en va de même concernant la possibilité de changements d'usages des bâtiments, comme par exemple, la reconversion de bâtiments du tertiaire en logements. Initialement laissée de côté, cette option fut proposée à travers certains entretiens et a donc été intégrée dans le modèle, sous la forme d'un flux additionnel de logements et d'un flux de capital de type « autres bâtiments et ouvrages » vers « logements »³²⁸.

Enfin, par simplicité, ne sont pas représentées ici les possibilités de fusion ou d'éclatement des logements (dont le bilan sur la période récente est à peu près équilibré (Trainsnel et al., 2010a).

La dynamique d'évolution du parc immobilier modélisé repose alors sur les hypothèses suivantes :

- Une proportion δ_{lgmt} du parc *total* de logements (résidences principales, secondaires et logements vacants) est démolie et sort des stocks chaque année. En l'absence de données publiques plus précises concernant les sorties du parc immobilier, nous supposons que ces démolitions ne s'appliquent qu'à des bâtiments ayant atteint un certain âge, et que les sorties du parc ne concernent donc que les stocks correspondant à certaines époques de construction $p < p^*$: ainsi, nous supposons par défaut que jusqu'en 2020, seuls les logements datant d'avant 1975 sont susceptibles de sortir du parc ; de 2020 à 2030 ceux d'avant 1982 ; de 2030 à 2040 ceux d'avant 1990 ; de 2040 à 2050, ceux d'avant 1999 ; après 2050, ceux construits avant 2011³²⁹ ;
- Des flux à double sens reliant les stocks de résidences secondaires et de logements vacants aux stocks de résidences principales traduisent d'éventuels changements de statut d'occupation des logements. Ces changements de statut dépendent des niveaux cibles (proportion des ménages ayant une résidence secondaire, et taux de logements vacants) *définis de manière exogène par l'utilisateur* ;
- Des flux en entrée des stocks de résidences principales traduisent la *possibilité de reconversion en logements de certains bâtiments inutilisés du tertiaire* ;
- Par défaut, à chaque instant, le nombre total de *résidences principales* s'ajuste au nombre de ménages par la construction de nouveaux logements. Ces derniers sont ventilés par type (maisons individuelles ou immeubles collectifs) *suivant un ratio modifiable par l'utilisateur*.

³²⁷ A titre informatif, voici les définitions retenues par l'INSEE (INSEE, 2015b) pour ces différentes catégories :

- « Une *résidence principale* est un logement occupé de façon habituelle et à titre principal par une ou plusieurs personnes qui constituent un ménage. »
- « Une *résidence secondaire* est un logement utilisé pour les week-ends, les loisirs ou les vacances. Les logements meublés loués (ou à louer) pour des séjours touristiques sont également classés en résidences secondaires. »
- « Un logement vacant est un logement inoccupé se trouvant dans l'un des cas suivants :
- proposé à la vente, à la location ;
- déjà attribué à un acheteur ou un locataire et en attente d'occupation ;
- en attente de règlement de succession ;
- conservé par un employeur pour un usage futur au profit d'un de ses employés ;
- gardé vacant et sans affectation précise par le propriétaire (exemple un logement très vétuste...) ».

³²⁸ Il s'agit ici d'une première approche qui pourrait utilement faire l'objet de développements futurs, afin de proposer une analyse plus raffinée - prenant par exemple en compte de manière explicite la surface disponible des bâtiments du tertiaire - et mieux intégrée au modèle.

³²⁹ Par manque de données concernant les sorties du parc, et par simplicité, nous supposons qu'un même taux de démolition s'applique à l'ensemble des logements datant des différentes périodes concernées pour les sorties. Un approfondissement utile de ce travail pourrait porter sur l'analyse de la dynamique du parc immobilier et plus particulièrement de sa survie.

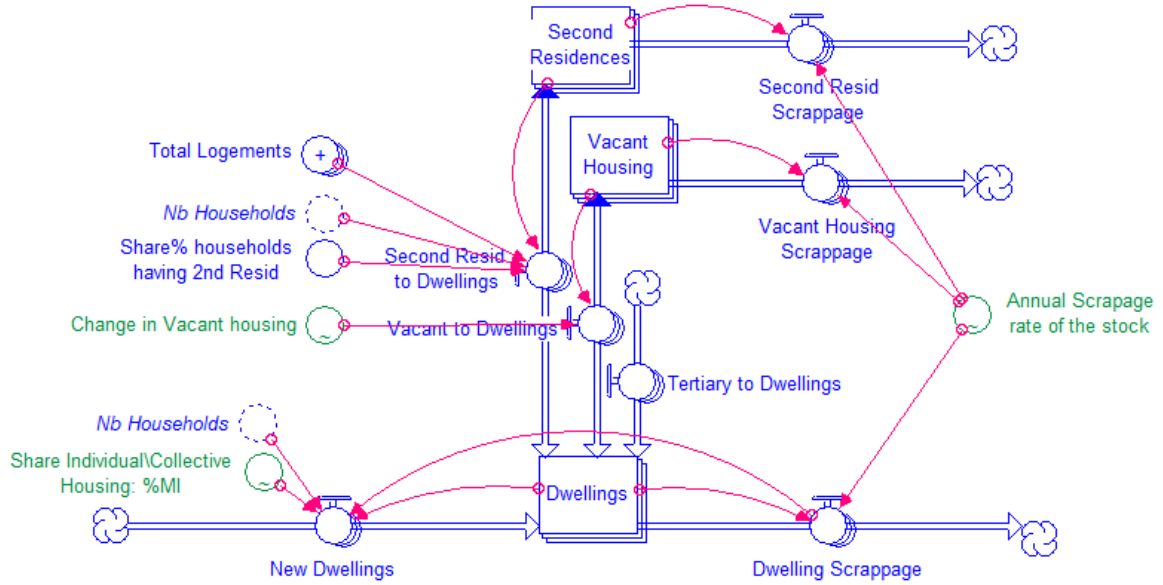


Figure 55 - Représentation des stocks de logements dans le modèle

Soit, traduit en équations, pour chaque instant $t > t_0$, nous avons :

- le stock de **résidences principales** de type ***h*** et d'époque de construction ***p*** :

$$Parc_ResidPpale_{p,h}(t) = Parc_ResidPpale_{p,h}(t_0) + \int_{t_0}^t \left(\begin{array}{c} Construct_lgmt_{p,h}(\tau) \\ - Demol_ResidPpale_{p,h}(\tau) \\ + \Delta Resid2nd_to_ResidPpale_{p,h}(\tau) \\ + \Delta Vacant_to_ResidPpale_{p,h}(\tau) \\ + ReconversionTertiaire_{p,h}(\tau) \end{array} \right) d\tau$$

Avec :

- $\Delta Resid2nd_to_ResidPpale_{p,h}(t) = ParcResid2nd_{p,h}(t) - (Nb_Ménages(t) \times Tx_Resid2nd(t) \times \frac{ParcLgmt_{p,h}(t)}{ParcTotal(t)})$: Flux de logements de type ***h*** et d'époque ***p*** résultant des changements de statut d'occupation entre résidences secondaires et résidences principales. Ce flux est positif en direction des résidences principales, et dépend d'un taux de possession cible de résidences secondaires des ménages : $Tx_Resid2nd$, et du niveau courant du stock de résidences secondaires $ParcResid2nd_{p,h}$ (ajustement entre le niveau cible de résidences secondaires et le niveau courant, hypothèse que la structure par âge et par type de logement pour les résidences secondaires est la même que pour les résidences principales) ;
- $\Delta Vacants_to_ResidPpale_{p,h}$: Flux de logements de type ***h*** et d'époque ***p*** résultant des changements de statut d'occupation entre logements vacants et résidences principales. Ce flux est orienté positivement en direction des résidences principales, et dépend d'un niveau cible de logements vacants défini de manière exogène par l'utilisateur du modèle ;
- $ReconversionTertiaire_{p,h}$: Flux entrant de logements de type ***h*** et d'époque ***p*** provenant d'une reconversion de bâtiments du tertiaire en logements, défini de manière exogène par l'utilisateur ;
- $Construct_lgmt_{p,h}$: Flux annuel de logements de type ***h*** nouvellement construits pendant la période ***p*** :

$$Construct_lgmt_{p,h}(t) = \begin{cases} \left(Nb_ménages(t) - \sum_p \sum_h Parc_ResidPpale_{p,h}(t) \right) \times \%type_lgmt_h(t), & t \in p \\ 0, & t \notin p \end{cases}$$

Où $\%type_lgmt_h$ est la proportion de logements de type h parmi les logements nouvellement construits ;

- $Demol_ResidPpale_{p,h}(t)$: Flux annuel de résidences principales de type h et d'époque de construction p sortant du stock de résidences principales pour démolition :

$$Demol_ResidPpale_{p,h}(t) = \begin{cases} \delta_{lgmt}(t) \times \left(\sum_p \sum_h Parc_ResidPpale_{p,h}(t) \right) \times \frac{\sum_h Parc_ResidPpale_{p,h}(t)}{(\sum_{p < p^*} \sum_h Parc_ResidPpale_{p,h}(t))}, & \forall p < p^*(t) \\ 0, & \forall p \geq p^*(t) \end{cases}$$

Avec :

- δ_{lgmt} : Taux annuel global de démolition sur l'ensemble du parc de logements
- $p^*(t) = \begin{cases} 1975, & t < 2020 \\ 1982, & 2020 \leq t < 2030 \\ 1990, & 2030 \leq t < 2040 \\ 1999, & 2040 \leq t < 2050 \\ 2011, & t \geq 2050 \end{cases}$

- le stock de **résidences secondaires** de type h et d'époque de construction p :

$$Parc_Resid2nd_{p,h}(t) = Parc_Resid2nd_{p,h}(t_0) + \int_{t_0}^t \left(-Demol_Resid2nd_{p,h}(\tau) - \Delta Resid2nd_to_ResidPpale_{p,h}(\tau) \right) d\tau$$

Avec :

- $Demol_Resid2nd_{p,h}$: Flux annuel de résidences secondaires de type h et d'époque de construction p sortant du stock de résidences secondaires pour démolition :

$$Demol_Resid2nd_{p,h}(t) = \begin{cases} \delta_{lgmt}(t) \times \left(\sum_p \sum_h Parc_Resid2nd_{p,h}(t) \right) \times \frac{\sum_h Parc_Resid2nd_{p,h}(t)}{(\sum_{p < p^*} \sum_h Parc_Resid2nd_{p,h}(t))}, & \forall p < p^*(t) \\ 0, & \forall p \geq p^*(t) \end{cases}$$

- le stock de **logements vacants** de type h et d'époque de construction p :

$$Parc_Vacant_{p,h}(t) = Parc_Vacant_{p,h}(t_0) + \int_{t_0}^t \left(-Demol_Vacant_{p,h}(\tau) - \Delta Vacant_to_ResidPpale_{p,h}(\tau) \right) d\tau$$

Avec :

- $Demol_Vacant_{p,h}$: Flux annuel de logements vacants de type h et d'époque de construction p sortant du stock de logements vacants pour démolition :

$$Demol_Vacant_{p,h}(t) = \begin{cases} \delta_{lgmt}(t) \times \left(\sum_p \sum_h Parc_Vacant_{p,h}(t) \right) \times \frac{\sum_h Parc_Vacant_{p,h}(t)}{(\sum_{p < p^*} \sum_h Parc_Vacant_{p,h}(t))}, & \forall p < p^*(t) \\ 0, & \forall p \geq p^*(t) \end{cases}$$

- On a ainsi le **nombre total de logements** de type **h** et d'époque de construction **p** :

$$Parc_lgmt_{p,h}(t) = Parc_ResidPpale_{p,h}(t) + Parc_Resid2nd_{p,h}(t) + Parc_Vacant_{p,h}(t)$$

Ou encore :

$$Parc_lgmt_{p,h}(t) = Parc_lgmt_{p,h}(t_0) + \int_{t_0}^t \left(Construct_lgmt_{p,h}(\tau) - Demol_lgmt_{p,h}(\tau) + ReconversionTertiaire_{p,h}(\tau) \right) d\tau$$

Avec :

- $Demol_lgmt_{p,h}$: Flux annuel de logements de type **h** et d'époque de construction **p** sortant du stock :

$$Demol_lgmt_{p,h}(t) = Demol_ResidPpale_{p,h}(t) + Demol_Vacant_{p,h}(t) + Demol_Resid2nd_{p,h}(t)$$

Ou encore :

$$Demol_lgmt_{p,h}(t) = \begin{cases} \delta_{lgmt}(t) \times \left(\sum_p \sum_h Parc_lgmt_{p,h}(t) \right) \times \frac{\sum_h Parc_lgmt_{p,h}(t)}{(\sum_{p < p^*} \sum_h Parc_lgmt_{p,h}(t))}, & \forall p < p^*(t) \\ 0, & \forall p \geq p^*(t) \end{cases}$$

Avec :

- δ_{lgmt} : Taux annuel global de démolition sur l'ensemble du parc de logements

$$p^*(t) = \begin{cases} 1975, & t < 2020 \\ 1982, & 2020 \leq t < 2030 \\ 1990, & 2030 \leq t < 2040 \\ 1999, & 2040 \leq t < 2050 \\ 2011, & t \geq 2050 \end{cases}$$

8.3.2. Surface totale habitable (par type de logement et par époque de construction)

A partir du parc de résidences principales peut être calculée la surface *habitée* - dont dépendent certains usages énergétiques (comme le chauffage) et consommations - pour chaque type de logement **h** et chaque période de construction **p** :

$$Shab_{p,h}(t) = Shab_moy_par_lgmt_{p,h}(t) \times Parc_ResidPpale_{p,h}(t)$$

Avec :

- $Shab_moy_par_lgmt_{p,h}$: Surface habitable moyenne par logement de type **h** et d'époque de construction **p**

8.3.3. Usages énergétiques du résidentiel

Avec une « consommation » directe en énergie finale de 46.9 Mtep en 2013, soit un peu plus de 28% de la consommation finale totale, le secteur résidentiel constitue le deuxième poste le plus important après le transport (48.7 Mtep).

Les usages énergétiques du secteur résidentiel sont ici appréhendés à partir des catégories usuelles suivantes :

- énergie utilisée pour le chauffage ;
- énergie utilisée pour l'eau chaude sanitaire ;
- énergie utilisée pour la cuisson ;
- autre usages spécifiquement électriques (ou « électricité spécifique »³³⁰).

La Figure 56 nous offre un bref aperçu rétrospectif des parts respectives de ces postes. On y voit notamment que le chauffage constitue encore l'usage énergétique dominant avec 67% des usages énergétique du résidentiel en 2012, bien que sa part soit décroissante. On soulignera également le dynamisme particulier du poste « électricité spécifique », dont la part, de 9% en 1990, s'élève à 17% en 2012, après une augmentation d'environ 80% en valeur absolue en 20 ans. Ces éléments révèlent en fait un déplacement progressif - mais sensible - de la problématique énergétique dans le secteur résidentiel, qui nous invite à considérer chacun de ces usages avec attention.

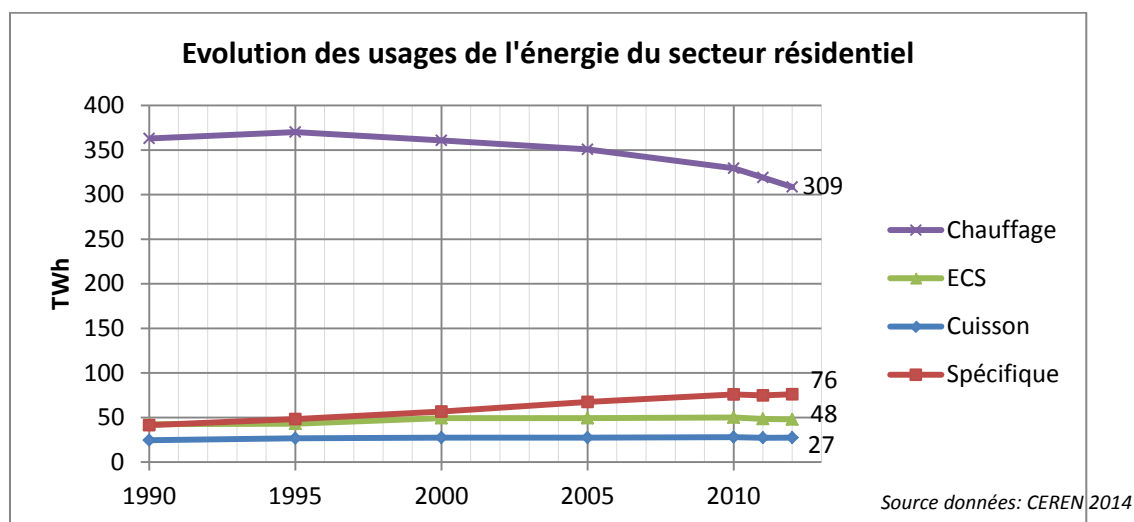


Figure 56 - Evolution des usages de l'énergie du secteur résidentiel de 1990 à 2012

³³⁰ C'est-à-dire l'ensemble des usages pour lesquels l'électricité constitue l'unique vecteur énergétique utilisé, et qui correspond aussi aux usages non-exclusivement thermiques de l'électricité : par exemple pour le lavage, le froid, l'éclairage, l'audiovisuel, etc.

8.3.3.1. *Energie finale pour le chauffage*

Surface habitée, caractéristiques thermiques des logements, et aspirations des ménages en termes de confort thermique³³¹ et de comportements de chauffage s’y rapportant, constituent ici les déterminants essentiels de la demande d’énergie de chauffage. La quantité totale d’énergie de type *E* utilisée pour le chauffage est ainsi définie par le produit suivant :

$$\begin{aligned} NRG_Heating_E(t) &= \sum_p \sum_h (NRG_unit_Heat_{p,h}(t) \times Shab_{p,h}(t) \times HeatSatisfactionFactor(t) \\ &\quad \times \%NRGtype_Heat_{p,h,E}(t)) \end{aligned}$$

Avec :

- *NRG_unit_Heat_{p,h}* : Consommation unitaire moyenne de chauffage (en kWh/m²/an) pour un logement de type *h* construit pendant la période *p*. Ce paramètre reflète les caractéristiques thermiques des logements (Cf. *Annexe Résidentiel*);
- *HeatSatisfactionFactor* : Facteur visant à traduire les comportements de chauffage et/ou le niveau de confort thermique (égal à 1 pour l’année de départ) ;
- *%NRGtype_Heat_{p,h,E}* : Part de l’énergie de type *E* dans l’énergie totale employée pour le chauffage, pour les logements de type *h* construits pendant la période *p*. (Cf. Figure 57)

Principal paramètre *technique* de notre équation, les consommations *unitaires* de chauffage font souvent l’objet d’une attention particulière (Grenelle environnement, 2012; Trainsnel et al., 2010a). Pour les constructions neuves, les prochaines étapes de la Règlementation Thermique peuvent fournir une première base d’hypothèses d’évolution de ces consommations pour la construction de scénarios. En ce qui concerne le parc existant, ces consommations unitaires sont susceptibles d’évoluer en fonction des gestes de rénovation thermique (sur bâtis et systèmes). Une analyse approfondie du potentiel de réduction de ces consommations par rénovation ou réhabilitation, pour chaque type de bâtiment et époque de construction, est alors nécessaire en amont du modèle et lors de la construction des scénarios. Celle-ci peut utilement s’inspirer de travaux tels que (Trainsnel et al., 2010a)).

Notons que cette version du modèle ne propose pas de désagrégation du territoire en régions climatiques distinctes (par exemple, zones H1, H2, H3). L’impact d’une éventuelle modification de la répartition spatiale de la population sur le territoire, ou encore d’une évolution des climats du territoire français (par exemple en conséquence du changement climatique global), devra donc, si jugé nécessaire, être évalué en amont du modèle et traduit, par exemple, à travers le paramètre de consommation unitaire de chauffage (*NRG_unit_Heat_{p,h}*). La spatialisation du parc immobilier représenté dans le modèle pourrait également, à l’avenir, constituer une piste d’amélioration.

³³¹ Bien que la notion de confort thermique au sens strict soit plus complexe et dépende d’une multitude d’autres facteurs, nous faisons ici simplement référence à l’intensité de chauffage, ou à la température ambiante du logement souhaitée, par exemple.

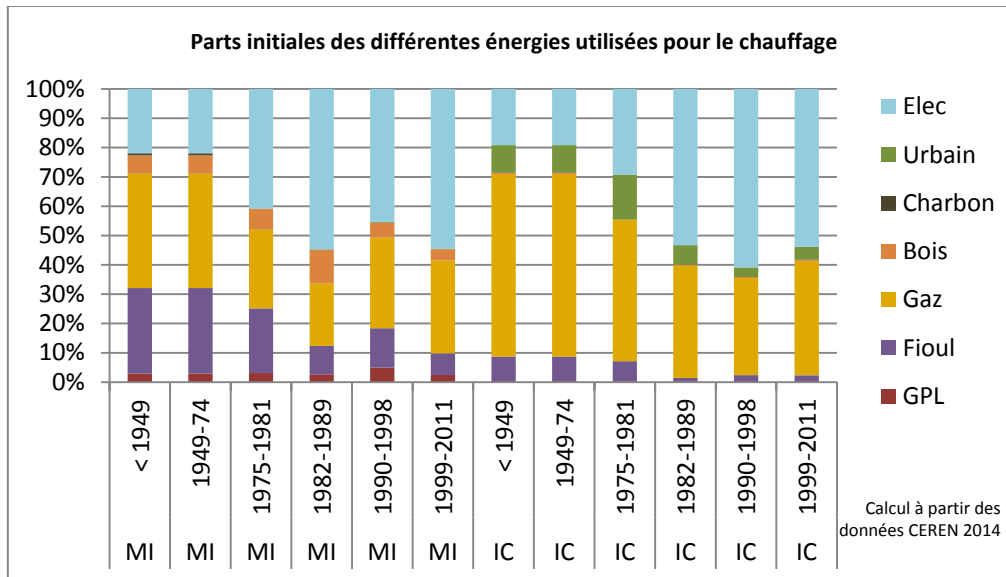


Figure 57 - Parts initiales des différentes énergies utilisées pour le chauffage

8.3.3.2. Energie finale pour l'eau chaude sanitaire (ECS)

Après une croissance régulière plus forte que celle de la population vers la fin du XX^{ème} siècle, la consommation totale pour l'eau chaude sanitaire semble, depuis le début des années 2000, se stabiliser, voire décliner très légèrement (Trainsnel et al., 2010a). L'eau chaude sanitaire compte à l'heure actuelle pour un peu plus de 10% des usages énergétiques du secteur résidentiel.

L'approche adoptée ici s'est en partie inspirée des travaux de (Trainsnel et al., 2010a). Nous supposons que la consommation d'eau chaude sanitaire peut être affectée à la personne, et donc que la demande énergétique totale correspondante est essentiellement proportionnelle à la population. Nous considérons ainsi un niveau moyen conventionnel de demande en énergie utile par personne. Celui-ci est pondéré d'un coefficient fonction de la taille moyenne des ménages, afin de traduire la corrélation inverse observée entre taille du ménage et consommation d'ECS par personne (cf. Figure 59) ; corrélation qui s'explique par la mutualisation des pertes énergétiques des équipements, des consommations de mise en route des chauffe-eaux, ainsi que la compétition pour l'accès à la salle de bain au sein d'un même ménage (Cayla, 2011). La demande en énergie finale est ensuite calculée comme le quotient de cette demande en énergie utile réduite de l'éventuelle contribution du solaire thermique, par le rendement énergétique moyen des équipements. Enfin, nous prenons en compte par un argument supplémentaire le report de consommation résultant d'une éventuelle évolution du taux d'équipement des ménages en lave-vaisselles, ceux-ci utilisant dans la majorité des cas de l'eau froide chauffée par résistances électriques – et donc non comptabilisée comme ECS – quand le lavage manuel utilise de l'eau chaude. La demande en énergie finale pour l'eau chaude sanitaire est ensuite ventilée par type d'énergie³³² (cf. Figure 58).

³³² Notons, avec (Cayla, 2011), que les énergies utilisées pour l'ECS sont en pratique généralement liées au mode de chauffage du logement : « [...] dans le cas où le système de chauffage est une chaudière, celles-ci étant majoritairement double fonction, c'est-à-dire qu'elles peuvent produire à la fois le chauffage et l'eau chaude, l'énergie utilisée pour la production d'eau chaude sera la même que celle du chauffage. Tandis que dans le cas du chauffage électrique, le mode de production le plus souvent associé est un ballon électrique. ». Il revient à l'utilisateur du modèle de garder à l'esprit que la ventilation par type d'énergie pour le chauffage et pour l'ECS ne sont pas indépendants.

Ainsi, la demande en énergie finale de type E pour l'eau chaude sanitaire peut s'écrire :

$$NRG_HotWater_E(t) = \left[\left(\frac{NRG_Need_ECS_Pers(t) \times SatisfactionFactorECS(t) \times HHsizefactorECS(t) - SolarECS(t)}{ECS_efficiency(t)} \right) \times Population(t) + Report_LV(t) \right] \times \%NRGtype_ECS_E(t)$$

Avec :

- *NRG_Need_ECS_Pers* : *Besoin théorique* (normatif) moyen en énergie utile pour l'eau chaude sanitaire, par personne et par an. Il s'agit d'un niveau de consommation unitaire conventionnel ³³³ ;
- *SatisfactionFactorECS* : Coefficient compris entre 0 et 1 traduisant le constat que la consommation effective pour l'eau chaude sanitaire est en moyenne inférieure au « besoin théorique » ³³⁴ ;
- *HHsizefactorECS = f(Taille moyenne des ménages)* : Facteur de prise en compte de l'influence de la taille des ménages sur l'usage d'énergie pour l'eau chaude sanitaire (cf. Figure 60, encadré) ;
- *SolarECS* : Contribution du solaire thermodynamique ;
- *ECS_efficiency* : Rendement moyen global des installations d'ECS, qui correspond au produit du rendement de génération, du rendement de distribution, et du rendement de stockage ;
- *%NRGtype_ECS_E* : Part de l'énergie de type E dans l'énergie totale employée pour l'ECS (tous logements confondus) (cf. Figure 58).
- *Report_LV(t)* : Report de consommation lié à une éventuelle variation du taux d'équipement des ménages en lave-vaisselles. En effet, ceux-ci emploient généralement de l'eau froide et consomment de l'électricité spécifique, tandis que le lavage de la vaisselle à la main prélève de l'ECS. Le « report » correspond à la variation de consommation d'énergie d'ECS (économie d'énergie) résultant de la substitution entre ces deux pratiques ³³⁵.

³³³ Celui-ci est défini en fonction de la température de l'eau froide, et varie donc suivant les saisons et la localisation (et le climat). Par simplicité, nous ne considérons ici qu'une valeur moyennée sur l'année et pour la France métropolitaine. Par défaut, nous reprenons la valeur calculée selon la méthode SOLO2000 (ADEME-CSTB) (850 kWh/pers./an) (Trainsnel et al., 2004).

³³⁴ Il est possible d'interpréter ce paramètre comme un facteur de « confort », si tant est que le « besoin théorique » ne soit pas surestimé.

³³⁵ Nous n'avons pas trouvé de données fiables concernant la consommation d'énergie liée à l'usage d'ECS pour le poste vaisselle. Nous posons par défaut l'hypothèse que le lavage manuel consomme, en 2010, 1.5 fois plus d'énergie que le lavage par lave-vaisselle au total. En considérant qu'un lave-vaisselle consomme en moyenne 273kWh/an (SIDLER, 2009), et en supposant que le chauffage de l'eau correspond à 80% de cette consommation énergétique (par analogie avec un lave-linge (SIDLER, 2009), on peut alors estimer que la consommation équivalente d'énergie pour l'ECS pour un lavage à la main serait de 1.5*(80%*273)=328kWh/an/logement. On peut alors estimer (*grosso modo*) la différence de consommation d'énergie pour l'ECS, en fonction de la variation du taux d'équipement des ménages en lave-vaisselle, du nombre de ménages, et de l'intensité de lavage de vaisselle (que nous considérons proportionnelle au nombre de personnes par ménage) :

Report_LV

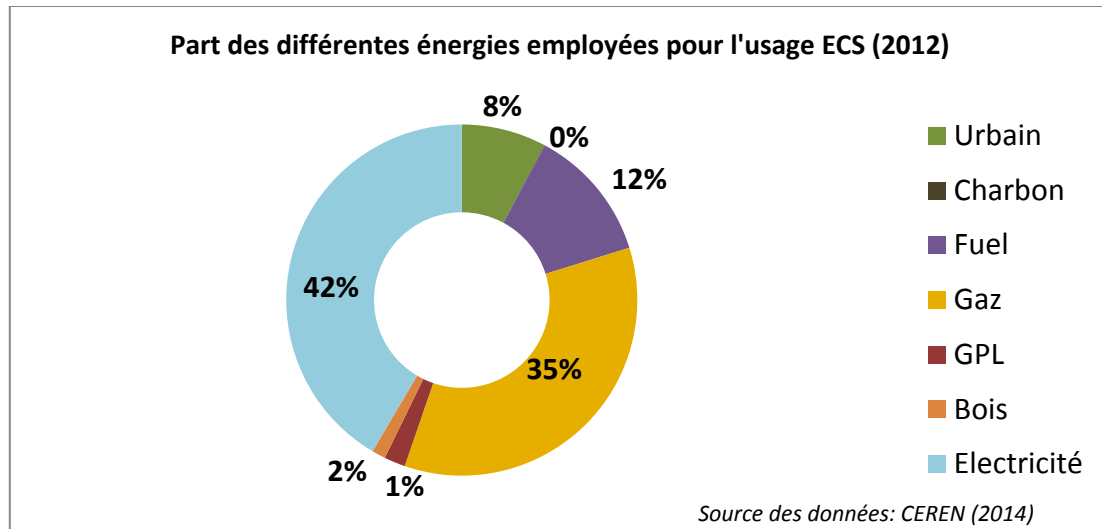


Figure 58 - Part des différentes énergies employées pour l'usage ECS

– Encadré –

**Impact de la taille des ménages sur les consommations unitaires par personnes pour les usages
« Cuisson » et « Eau Chaude Sanitaire » : prise en compte des effets de mutualisation**

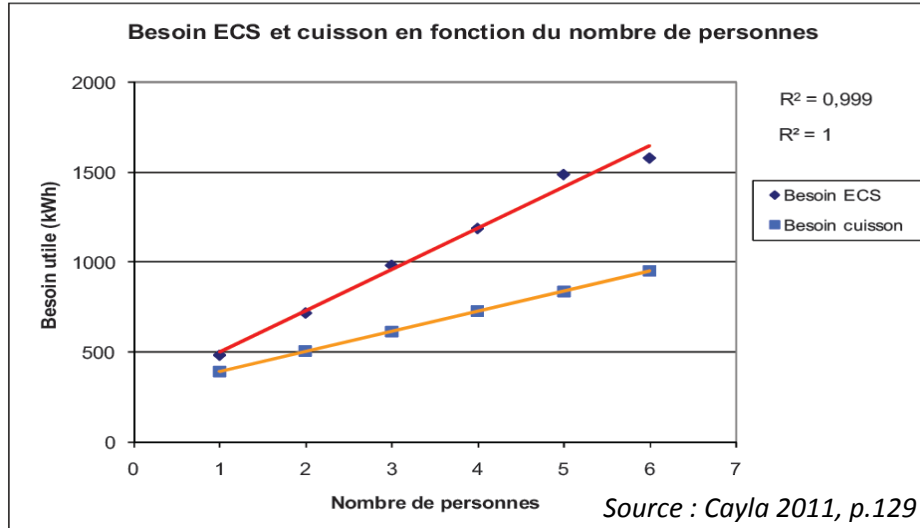


Figure 59 - Besoin ECS et cuisson en fonction du nombre de personnes

La Figure 59... nous permet de calculer la consommation moyenne par personne en fonction de la taille du ménage. On peut alors définir un coefficient de pondération des consommations unitaires moyennes d'ECS et de cuisson en normalisant les valeurs précédentes à 1 pour la taille moyenne des ménages de l'année de base (i.e. 2.31 pers/ménage en 2010) (cf. Figure 60). En toute rigueur, compte-tenu de leur non-linéarité, il est inexact d'appliquer ces coefficients à la taille *moyenne* des ménages, comme nous le faisons. Toutefois, sous réserve que la distribution des tailles de ménages autour de la moyenne ne varie pas trop, l'approximation reste tout à fait raisonnable.

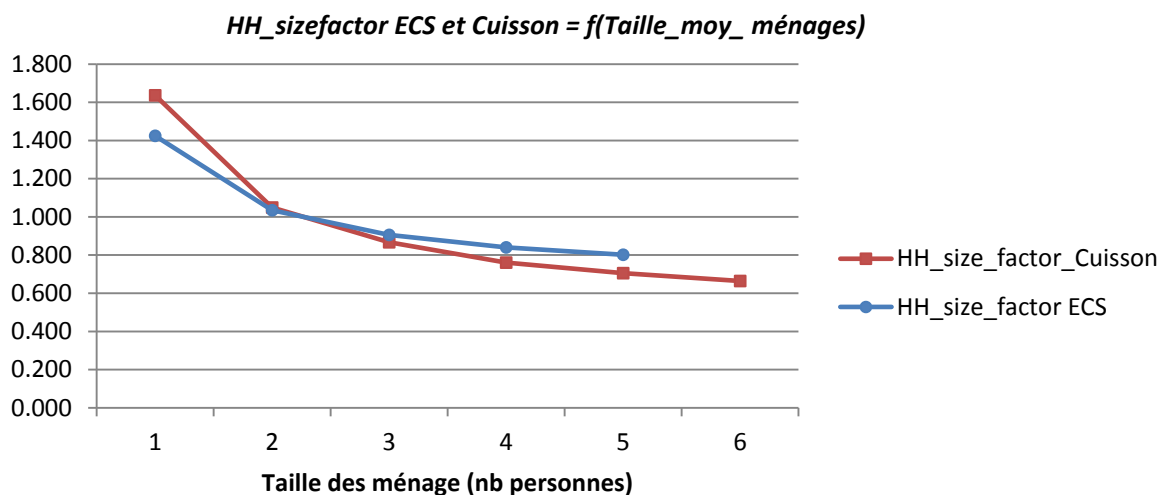


Figure 60 - Coefficient de pondération des consommations unitaires moyennes d'ECS et de cuisson

8.3.3.3. Energie finale Cuisson

En comparaison des autres usages énergétiques, ceux destinés à la cuisson présentent un profil temporel relativement stable. Ils dépendent en effet de pratiques culturelles généralement traditionnelles, et robustes dans le temps (Moussaoui et Beillan, 2000 cité par (Cayla, 2011)). Le type d'énergie utilisé pour la cuisson (électricité, gaz ou GPL) est peut-être, au final, le paramètre le plus susceptible de varier (cf. Figure 61). Nous supposons ici que la quantité d'énergie utilisée pour la cuisson est proportionnelle à la population (sans opérer de distinction par âge), et que la taille des ménages influe, dans une moindre mesure, sur la consommation moyenne par personne, du fait d'effets de mutualisation³³⁶ :

$$\begin{aligned} NRG_Cooking_E(t) &= NRG_{Cuisson_Par_Pers}(t) \times Population_France(t) \\ &\times HHsizefactorCuisson(t) \times \%NRGtype_Cuisson_E(t) \end{aligned}$$

Avec :

- *NRGCuissonParPers* : Consommation finale moyenne d'énergie par personne et par an pour l'usage cuisson
- *%NRGtype_Cuisson_E* : Part de l'énergie de type *E* dans l'énergie totale employée pour la cuisson, pour les logements de type *h* construits pendant la période *p* (cf. Figure 61)
- *HHsizefactorCuisson* : Facteur de prise en compte de l'influence de la taille des ménages sur l'usage d'énergie pour la cuisson. (cf. Figure 60, encadré).

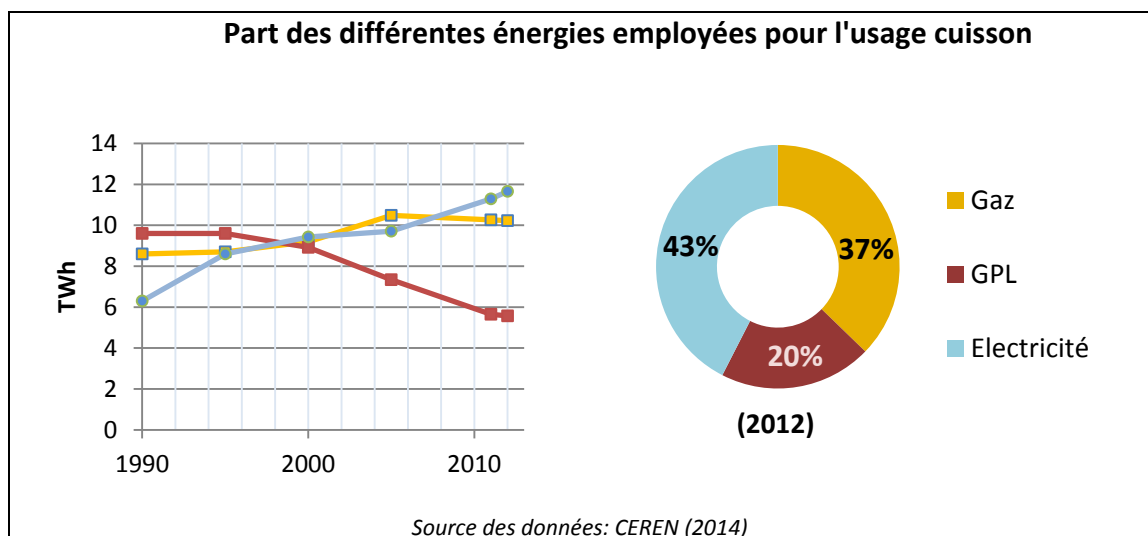


Figure 61 - Part des différentes énergies employées pour l'usage cuisson

³³⁶ Par exemple, mutualisation de l'énergie utilisée pour faire monter en température les fours ou les ustensiles de cuisson, et mutualisation des pertes thermiques lors de la cuisson...

8.3.3.4. *Energie finale Electricité spécifique*

Du fait de la progression rapide des taux d'équipement – et du multi-équipement – des ménages en appareils électriques et électroniques, la consommation d'électricité spécifique a connu une croissance particulièrement forte au cours des dernières décennies, au point de dépasser la consommation énergétique du poste « eau chaude sanitaire ». Cette dynamique particulière nous invite à entrer davantage dans le détail de ce poste, à en identifier les différentes composantes et leurs parts respectives.

Nous croisons pour cela plusieurs sources auxquelles nous réempruntons les catégories d'usages (Cayla, 2011; Energetech, 2008; SIDLER, 2009), et retenons pour le calibrage de l'année de base (2010) la ventilation illustrée par la Figure 62³³⁷. La consommation de chaque sous-poste évolue ensuite, dans le modèle, suivant les hypothèses présentées dans le Tableau 10.

Si, sur le long terme, l'évolution incertaine des caractéristiques techniques des équipements considérés fragilise – au même titre que l'évolution non moins incertaine des comportements - toute représentation de leur consommation énergétique, certaines études techniques approfondies, telles que (SIDLER, 2009), permettent néanmoins d'encadrer raisonnablement, à court ou moyen terme, le *potentiel* d'amélioration de l'efficacité énergétique de certains équipement particuliers. Le niveau de désagrégation et la décomposition factorielle des consommations de chaque poste adoptés ici offrent alors la possibilité d'incorporer de manières exogène les hypothèses techniques s'y rapportant³³⁸.

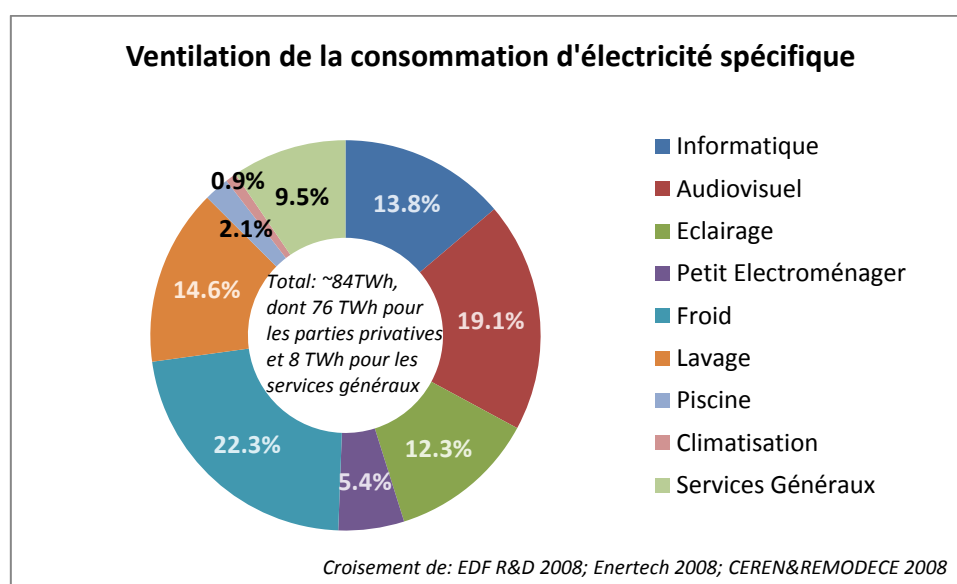


Figure 62 - Ventilation de la consommation d'électricité spécifique

Enfin, sur l'horizon temporel considéré, nous ne pouvons exclure l'éventualité de profondes mutations techniques, le développement de *nouveaux types* d'équipements électriques et électroniques remplissant de nouvelles fonctions, et leur diffusion rapide dans les foyers : nous demeurons donc ici aussi confrontés à l'obsolescence possible des catégories mêmes adoptées pour notre analyse³³⁹.

³³⁷ Compte tenu de l'évolution rapide des taux d'équipement et du multi-équipement des ménages, et du fait que les données servant de base pour le calibrage de l'année 2010 et des quelques suivantes proviennent d'études publiées en 2008, la ventilation proposée reste approximative.

³³⁸ On pourrait citer en exemple le cas de l'éclairage, pour lequel il ne semble pas déraisonnable d'estimer et de quantifier un potentiel d'amélioration de l'efficacité énergétique à moyen terme sur la base de l'hypothèse que celui-ci repose essentiellement sur la diffusion des technologies déjà existantes mais pas encore prédominantes (telles que les ampoules fluo-compactes et les LEDs).

³³⁹ Souvenons-nous par exemple que le poste informatique était quasi-inexistant pour les ménages il y a seulement 20 ans...

Tableau 10 : Hypothèses d'évolution de la consommation de chaque sous-poste

Informatique 13.8%	=>Ventilation à l'intérieur du poste informatique à partir de (SIDLER, 2009) =>Consommation de chaque sous-poste proportionnelle au nombre de ménages, à leur taux d'équipement, à la consommation moyenne annuelle des équipements concernés, et à un coefficient reflétant d'éventuelles évolutions de l'intensité d'utilisation des équipements informatiques d'un ménage.	Ordinateurs <i>Année de base : 78.2% du poste informatique</i>	$NRG_Ordinateurs(t) \propto NbMénages(t) \times TxEqmt_Ordi(t) \times ConsoUnit_Ordi(t) \times TauxUse_Informatique(t)$
		« Box » et modems <i>Année de base : 11.1% du poste informatique</i>	$NRG_Internet(t) \propto NbMénages(t) \times TxEqmt_Internet(t) \times ConsoUnit_Internet(t) \times TauxUse_Informatique(t)$
		Imprimantes, scanners et petits périphériques <i>Année de base : 10.7% du poste informatique</i>	$NRG_PérIPHInfo(t) \propto NbMénages(t) \times TxEqmt_PérIPH(t) \times ConsoUnit_PérIPH(t) \times TauxUse_Informatique(t)$
Audiovisuel 19.1%	=>Ventilation à l'intérieur du poste audiovisuel à partir de (SIDLER, 2009) =>Consommation de chaque sous-poste proportionnelle au nombre de ménages, à leur taux d'équipement, et à la consommation moyenne annuelle des équipements concernés. =>Prise en compte d'une éventuelle évolution de la part de consommations des veilles (~21% du poste audiovisuel (SIDLER, 2009) sous la forme d'un facteur de réduction potentielle de consommation	Télévision (+démodulateur) <i>Année de base : 69% du poste audiovisuel</i>	$NRG_TV(t) \propto NbMénages(t) \times TxEqmt_TV(t) \times ConsoUnit_TV(t)$
		Equipement Image (lecteurs- DVD...) <i>Année de base : 4.2% du poste audiovisuel</i>	$NRG_PérIPHImage(t) \propto NbMénages(t) \times TxEqmt_Image(t) \times ConsoUnit_Image(t)$
		Equipement Son (hi-fi) <i>Année de base : 7.7% du poste audiovisuel</i>	$NRG_Son(t) \propto NbMénages(t) \times TxEqmt_Son(t) \times ConsoUnit_Son(t)$
		Equipement Jeux vidéo <i>Année de base : 3.7% du poste audiovisuel</i>	$NRG_JeuxVidéo(t) \propto NbMénages(t) \times TxEqmt_JeuxVidéo(t) \times ConsoUnit_JeuxVidéo(t)$
Eclairage 12.3%	Proportionnel à la consommation annuelle moyenne par source lumineuse, à la densité de sources lumineuses (nombre moyen de sources lumineuses par unité de surface), et à la surface habitée totale : $NRG_Eclairage(t) \propto ConsoParSource(t) \times SourceDensity(t) \times \sum_{p,h} Shab_{p,h}(t)$		
Petits électro-ménagers 5.4%	Proportionnel au nombre de ménages et au poste de dépense « petits appareils ménagers » (branche CJ)		
Froid 22.3%	Proportionnel au nombre de ménages, au taux d'équipement des ménages en réfrigérateurs et congélateurs, et à la consommation unitaire des équipements : $NRG_Froid(t) \propto Nb_Ménages(t) \times TxEqmt_Froid(t) \times ConsoParEquipt(t)$		

Lavage 14.6%	=> Ventilation en 3 sous-postes ; Parts des différents sous-postes pour l'année de base calculées à partir des données de consommations annuelles moyennes des équipements (SIDLER, 2009) et des taux d'équipement des ménages (INSEE, 2010) => Consommations de chaque sous-poste proportionnelle au nombre de ménages, à leur taille moyenne, au taux d'équipement des ménages (sauf pour le lave-linge : possibilité de mutualisation des équipements, dans ce cas, hypothèse que le nombre de cycles est proportionnel à la population), et à la consommation annuelle moyenne des équipements	Lave-linge <u>Année de base</u> : 169kWh/an TxEqmt=95% ->38.4% du poste lavage	$NRG_LaveLinge(t)$ $\propto Nb_Ménages(t)$ $\times Taille_moy_Ménages(t)$ $\times ConsoUnit_LL(t)$
		Lave-vaisselle <u>Année de base</u> : 273kWh/an TxEqmt=51.5% ->33.6% du poste lavage	$NRG_LaveLinge(t)$ $\propto Nb_Ménages(t)$ $\times Taille_moy_Ménages(t)$ $\times TxEqmt_LaveVaisselle(t)$ $\times ConsoUnit_LV(t)$
		Sèche-linge <u>Année de base</u> : 408kWh/an TxEqmt=28.7% ->28% du poste lavage	$NRG_LaveLinge(t)$ $\propto Nb_Ménages(t)$ $\times Taille_moy_Ménages(t)$ $\times TxEqmt_SècheLinge(t)$ $\times ConsoUnit_SL(t)$
Piscine 2.1%	Proportionnel au nombre de logements de type « Maison Individuelle » et au taux d'équipement en piscines : $NRG_Piscine(t) \propto \sum_p Parc_ResidPpale_{MaisonIndiv;p}(t) \times TxEqmt_Piscine(t)$		
Climatisation 0.9%	Proportionnel au nombre de logements de type « Maison Individuelle » et au taux d'équipement en systèmes de climatisation : $NRG_Clim(t) \propto \sum_p \sum_h (Parc_ResidPpale_{p,h}(t)) \times TxEqmt_Clim(t)$		
Auxiliaires / Services Généraux 9.5%	=>Ventilation en six sous-postes à partir de (Detrie, 2007, pp. 91–92) =>Pour chaque sous-poste : proportionnel au nombre de logements de type « Immeuble collectif »	Ascenseurs <u>Année de base</u> : 18% des services généraux	$NRG_Ascenseurs$ $\propto \sum_p Parc_ResidPpale_{IC;p}(t)$ $\times TxEqmt_Ascenseur(t)$ $\times EvoConso_Ascenseur(t)$
		Eclairage Parkings <u>Année de base</u> : 26% des services généraux	$NRG_LumParking$ $\propto \sum_p Parc_ResidPpale_{IC;p}(t)$ $\times EvoConso_LumPark(t)$
		Eclairage circulations <u>Année de base</u> : 12% des services généraux	$NRG_LumCircu$ $\propto \sum_p Parc_ResidPpale_{IC;p}(t)$ $\times EvoConso_LumCircu(t)$
		Eclairage extérieur <u>Année de base</u> : 6% des services généraux	$NRG_LumExtérieur$ $\propto \sum_p Parc_ResidPpale_{IC;p}(t)$ $\times EvoConso_LumExt(t)$
		Ventilation mécanique contrôlée <u>Année de base</u> : 22% des services généraux	NRG_VMC $\propto \sum_p Parc_ResidPpale_{IC;p}(t)$ $\times EvoConso_VMC(t)$
		Blocs autonomes d'éclairage de secours (B.A.E.S.) <u>Année de base</u> : 5.5% des services généraux	NRG_BAES $\propto \sum_p Parc_ResidPpale_{IC;p}(t)$ $\times EvoConso_BAES(t)$

8.3.4. Emissions de polluants atmosphériques et GES du résidentiel

Similairement à la méthode adoptée pour les émissions du secteur transport, nous associons chaque polluant atmosphérique à un ou plusieurs types d'énergie et d'usages énergétiques (par exemple, chauffage par bois, fioul et charbon pour les particules, etc.), mais aussi à certains équipements et biens de consommation (par exemple, « réfrigérateurs et congélateurs domestiques », et « peintures, vernis, encres, mastic etc. » pour les HFC), sur la base des informations fournies par (CITEPA, 2014). Les émissions des différents polluants sont alors supposées évoluer proportionnellement aux usages énergétiques et aux consommations correspondantes, à partir d'une valeur initiale issue de (CITEPA, 2014). *L'utilisateur peut par ailleurs appliquer de manière exogène des hypothèses d'amélioration de l'intensité des émissions.* On peut écrire, pour chaque mode m et polluant p :

$$EmiResid_p(t) = KémiResid_p(t) \times EmiResid_p(t_0) \times \sum_E \left(\alpha_{E,p} \times \frac{ConsoResid_E(t)}{ConsoResid_E(t_0)} \right) + \sum_Y \left(\alpha_{p,Y} \times \frac{ConsoResid_Y(t)}{ConsoResid_Y(t_0)} \right)$$

Avec :

- $EmiResid_p(t_0)$: émissions de polluant p par le secteur résidentiel pour l'année de base ;
- $KémiResid_p$: coefficient d'amélioration par rapport à l'année de base de l'intensité émissive des usages et consommations relatives au polluant p (défini de manière exogène par l'utilisateur) ;
- $ConsoResid_E$ et $ConsoResid_Y$: Usage d'énergie de type E ou consommation de produits de type Y relatives aux émissions considérées
- $\alpha_{p,E}$ et $\alpha_{p,Y}$: proportion des émissions de polluant p imputable à un usage d'énergie de type E , ou à un équipement ou une consommation Y (on a donc : $\sum_E \alpha_{p,E} + \sum_Y \alpha_{p,Y} = 1$).

Cette méthode revient ici aussi à appliquer des coefficients d'émissions pour chaque polluant, pour les usages d'énergie de chaque type, et pour les consommations de certains produits.

9. Budget des Administrations Publiques (APU)

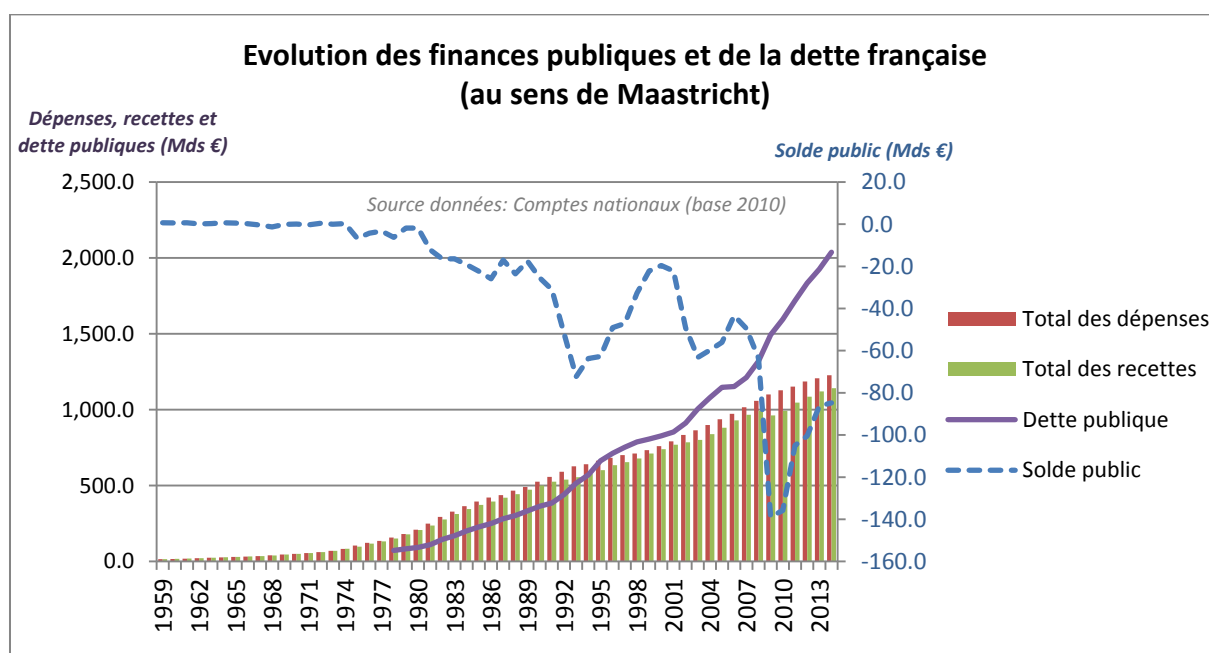


Figure 63 - Evolution des finances publiques et de la dette française

L'accélération de la croissance de la dette publique depuis la fin des années 1970 (Figure 63), le surgissement du sujet aux premiers rangs du débat public à la suite du foisonnement médiatique autour de la publication du rapport Pébereau en 2006 (Lemoine, 2011, p. 285), et l'importance qu'a depuis lors pris cette norme comptable dans l'encadrement et l'orientation des politiques publiques³⁴⁰ – ou du moins dans le discours de légitimation de celles-ci – nous invite à aborder le sujet du budget des administrations publiques dans le détail.

Nous cherchons en particulier ici à pouvoir apporter des éléments de réponse aux questions suivantes : quel est le degré de dépendance de l'appareil fiscal actuel au niveau de production et de consommation? Dans quelle mesure la logique fiscale française et, plus largement, l'« Etat providence » français sont-ils actuellement compatibles (du point de vue comptable) avec une sortie du productivisme et avec des scénarios de Décroissance « par la base » ? Mais aussi : quel serait l'impact sur les finances publiques d'une déclinaison en politique budgétaire d'un programme de Décroissance? Comment serait-il possible de restructurer les finances et le budget publics pour les rendre plus cohérents (du point de vue comptable) avec des politiques « post-croissance » ? Quelle gestion de la dette publique envisager ? Et encore : quelle évolution du rôle de ces institutions publiques peut-on envisager pour des scénarios de Décroissance?

Aborder de telles questions requiert une approche désagrégée et approfondie des recettes et des dépenses publiques. Nous choisissons d'adopter ici encore les catégories désagrégées proposées par la comptabilité nationale, qui ont le mérite de constituer un cadre statistique cohérent et publiquement accessible sur le site de l'INSEE.

Les **recettes** sont ainsi, au premier niveau, constituées des revenus de la propriété, des cotisations sociales, et des impôts³⁴¹. Nous proposons pour ces derniers une représentation relativement fine de l'appareil fiscal, dans

³⁴⁰ Avec, en trame de fond, la question du respect des « critères de convergence » du traité de Maastricht (1991-1993) : concernant les finances publiques, ceux-ci se déclinent en un objectif de déficit public inférieur à 3% du PIB et de dette publique inférieure à 60% du PIB.

³⁴¹ L'essentiel des données utilisées pour la modélisation des recettes sont accessibles aux adresses suivantes :

http://www.insee.fr/fr/themes/theme.asp?theme=16&sous_theme=3.1

http://www.insee.fr/fr/themes/theme.asp?theme=16&sous_theme=3.2

les limites de ce que son architecture extrêmement complexe permet à l'échelle macroéconomique. Les hypothèses adoptées pour chaque élément des recettes publiques sont brièvement présentées dans le Tableau 11.

Les **dépenses** publiques sont quant à elles appréhendées à travers la nomenclature internationale « COFOG » (*Classification of the Functions of Government*), selon laquelle les dépenses sont réparties en dix grandes catégories selon leur fonction (Services publics généraux, Défense, Ordre et sûreté publics, Affaires économiques, Protection de l'environnement, Logement et développement urbain, Santé, Loisirs, Culture et religion, Éducation, Protection sociale), elles-mêmes désagrégées en plusieurs sous-catégories (nous en retenons trente-neuf ici). Les hypothèses adoptées pour chaque sous-fonction de dépenses publiques sont compilées dans le Tableau 12. En raison de leur poids dans les dépenses publiques et plus largement dans l'économie nationale, de leur dépendance à la structure démographique de la population, ainsi que de leurs rôles critiques dans le fonctionnement de la société, les secteurs de la protection sociale, de l'enseignement et de la santé ont fait l'objet de traitements détaillés. Dans le premier cas, celui-ci a consisté en une approche fortement désagrégée des dépenses de protection sociale et en une représentation explicite de nombreux dispositifs institutionnels d'aide, visant à intégrer une partie des critères d'éligibilité spécifiques à chacun. Les hypothèses de travail retenues pour le secteur de la protection sociale sont présentées, avec les autres postes de dépense, dans le Tableau 12. Dans les deux autres cas, pour l'éducation et la santé, nous employons des modèles à cohortes spécifiques, décrits dans les parties [Enseignement](#) et [Santé](#).

La différence entre les recettes et les dépenses constitue le **solde budgétaire**, dont le cumul au cours du temps vient alimenter la **dette publique**³⁴². Celle-ci est représentée sous forme d'un stock monétaire, auquel est associé un deuxième flux visant à rendre compte de l'érosion monétaire liée à l'inflation³⁴³ (le modèle étant en euros constants) (Figure 64). Ce mode de prise en compte de l'inflation concerne aussi les autres stocks d'actifs financiers du modèle, par ailleurs. Nous avons donc :

$$SoldeAPU(t) = RecettesAPU(t) - DépensesAPU(t)$$

$$PublicDebt(t) = PublicDebt(t_0) + \int_{t_0}^t SoldeAPU(\tau) d\tau - \int_{t_0}^t (Inflation\%(\tau) \times PublicDebt(\tau)) d\tau$$

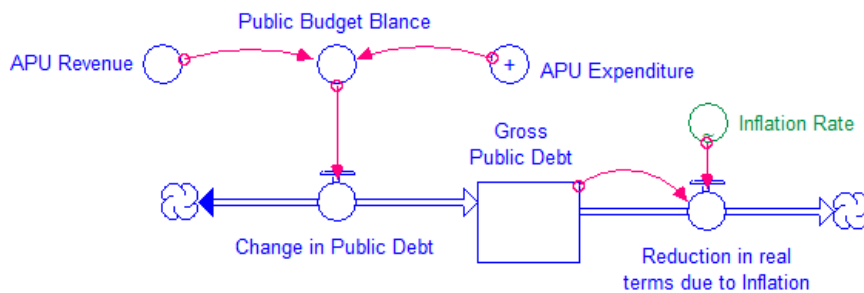


Figure 64 - Modélisation de la dette publique

http://www.insee.fr/fr/themes/theme.asp?theme=16&sous_theme=3.4

³⁴² Le solde budgétaire vient se cumuler à la dette, qu'il soit négatif (déficit) ou positif (excédent). Il y a donc ici l'hypothèse sous-jacente que tout excédent budgétaire éventuel sera affecté au remboursement de la dette.

³⁴³ Nous prenons par défaut une hypothèse de taux d'inflation annuel moyen de 2%, qui correspond à l'objectif public actuel de la banque centrale européenne. Le maintien de la stabilité des prix constitue en effet « l'objectif principal du Système Européen de Banques Centrales » (*Traité sur le fonctionnement de l'Union Européenne (version consolidée)*, 2012, art. 27). Objectif dont on peut penser qu'il n'évoluera guère à la hausse à court terme –sauf choc économique majeur–, compte-tenu de la difficulté à changer les statuts de cette institution internationale, ou à faire prévaloir une interprétation alternative du traité.

Ajoutons enfin un bref mot quant à la leur prise en compte dans notre modèle de la possibilité pratique de restructurer les administrations publiques et leurs finances: dans quelle mesure l'Etat et les administrations publiques sont-elles susceptibles d'évoluer selon la volonté politique de leurs administrés ? Et donc, en ce qui nous concerne, dans quelle mesure est-il pertinent de faire des différents éléments de leur budget une variable de contrôle du modèle plutôt qu'un paramètre endogène? Car du système rationnel et efficace brossé par l'*idéal type* wébérien du modèle bureaucratique (Weber *Economie et société* (1921)), au fonctionnement concret des administrations, il y a, comme l'a mis en évidence la sociologie des organisations dès les années 1940, un écart certain. La structure et les modes de gestion bureaucratiques des appareils administratifs induisent parfois des dérives, des inerties et des dysfonctionnements (Crozier, 1971) mais aussi des logiques particulières pouvant se traduire par un glissement des objectifs qui leur sont confiés pour celui de leur propre reproduction, et par une autonomisation des organisations par rapport au public qui les mandate³⁴⁴. Si les administrations publiques actuelles (en particulier l'Etat) ne font pas exception et que la question de leur *manœuvrabilité* reste ouverte – débat récurrent entre structuralistes et constructivistes ainsi qu'entre réformistes et révolutionnaires –, nous posons ici l'hypothèse d'une possible réappropriation de ces institutions, et de leur subordination à la décision politique. Recettes et dépenses des administrations publiques sont alors à considérer comme la résultante de choix *politiques* explicites et réactualisés ; choix qu'il convient par conséquent, conformément à notre approche prospective, de prendre en compte et de de manière exogène. *Le modèle conçu ici autorise ainsi l'utilisateur à renseigner de tels choix à travers la modification des divers postes de recette ou de dépense³⁴⁵ : par exemple par variation des différents taux d'imposition, des assiettes fiscales, des montant d'aides accordées, ou encore par la suppression ou l'ajout d'éléments au budget.*

Les principales hypothèses se rapportant aux représentations adoptées pour la modélisation des recettes et dépenses publiques sont détaillées ci-dessous dans les Tableau 11 et Tableau 12³⁴⁶.

³⁴⁴ Pour (Merton, 1968) par exemple, les structures bureaucratiques tendent à modeler la personnalité de leurs membres et à générer une inversion des fins et des moyens, le respect des règles devenant un impératif absolu et se traduisant par des comportements ritualistes et rigides susceptibles de paralyser l'action collective, ainsi que par le développement d'une logique de caste qui les sépare du public. R. Michels (Michels and Jankélévitch, 2009(1911)) décrit également, au sujet des partis politiques, la constitution d'intérêts propres entrant en opposition avec l'intérêt général, ce qui les conduit à se séparer peu à peu des classes qu'ils entendaient représenter.

³⁴⁵ Il ne dispense pas, bien entendu, d'une réflexion sur les structures de pouvoir susceptibles de s'opposer à leur mise en place pratique.

³⁴⁶ Etant donné la complexité de l'appareil fiscal français, nous avons intensivement utilisé les possibilités d'annotation du modèle offertes par l'interface STELLA, pour faciliter la compréhension de ce module budgétaire. Chaque sous-poste de dépense ou de recette est ainsi associé à des commentaires descriptifs et informatifs, (concernant par exemple les assiettes d'imposition, les critères précis d'allocation des aides, etc...).

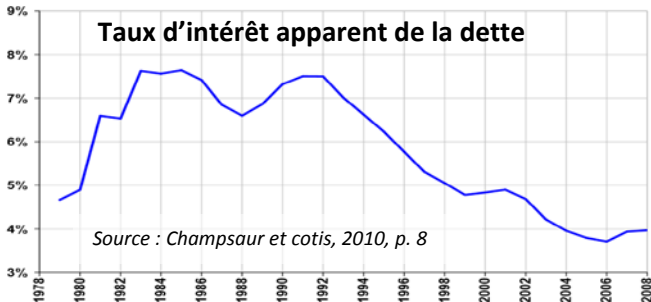
Tableau 11 : hypothèses adoptées pour chaque élément des recettes publiques

Type de Recettes	Recette		Montant en 2010 Mds€	Choix de modélisation et commentaires
Impôts	Impôts sur les produits et importations (D21)	Taxe du type TVA (D211)	135.6	- Proportionnel à la consommation finale de biens et services - Désagrégation 37 branches – Prise en compte de quatre taux (normal (20%), intermédiaire (10%), réduit (5.5%), réduit spécial (2.1%)) associés aux différents types de produits ; taux ajustables par l'utilisateur
		Impôts et droits sur les importations (D212)	2.2	Proportionnel aux imports - Désagrégation 17 branches - Taux ajustables par l'utilisateur
		Autres taxes sur les produits (D214)	75.4	- Selon les branches, proportionnel à la consommation, investissement, production, etc. de biens et services - Désagrégation 17 branches - Représentation détaillée pour : - Taxe intérieure de consommation sur les produits énergétiques (TICPE) - Taxe sur les tabacs - Droits d'enregistrement - Taxes spéciales sur les conventions d'assurances - Taxes sur les boissons - Taxes sur l'électricité (Contribution au service public de l'électricité (CSPE) et Impôt sur l'énergie électrique) - Taux ajustables par l'utilisateur
	Impôts sur la production (D29)	Impôts sur Salaires et Main d'œuvre (D291)	27.5	- Proportionnel aux « Salaires et Traitements Bruts » (D11) - Désagrégation 17 branches - Taux ajustables par l'utilisateur
		Impôts Divers sur la production (D292)	54.4	- Selon les branches, proportionnel à la production ou à la valeur ajoutée - Désagrégation 17 branches - Taux ajustables par l'utilisateur
	Impôts courants sur revenus et patrimoine (D51)	Impôt sur le revenu des personnes physiques (IRPP)	47.0	- Proportionnel aux revenus d'activité ou de remplacement (Salaires et traitements bruts, I.J. Maladies et AT-MP, prestations sociales de chômage, pensions de retraites, dividendes) (diminués de la CSG déductible)
		Contribution Sociale Généralisée (CSG)	83.4	Comprend : - CSG Revenus d'activité \propto Salaires et traitements bruts (D11) - CSG Revenus de remplacement \propto I.J. Maladies et AT-MP, Prestations sociales chômage, pensions retraite - CSG Revenus de Patrimoine et de placements \propto dividendes
		Contribution au remboursement de la dette sociale (CRDS)	6.0	Proportionnel aux revenus d'activité et de remplacement (chômage et pensions de retraite), revenus du patrimoine et des placements (dividendes) Taux Unique de 0.50% sur tous les revenus Modifiable par l'utilisateur

				Nota : cet impôt prend fin en 2017
		Impôt sur les sociétés (IS)	33.0	Proportionnel à l'excédent brut d'exploitation (EBE) de l'ensemble des branches de l'année précédente Taux modifiable par l'utilisateur
	Autres impôts courants (D59)	Taxe d'habitation	15.3	Proportionnel au stock total d'actifs de type « logements » Taux modifiable par l'utilisateur
		Impôt sur le foncier non bâti des ménages	0.2	Exogène – Valeur 2013 par défaut – Modifiable par l'utilisateur
		Impôt de solidarité sur la fortune	4.5	Exogène – Valeur 2013 par défaut – Modifiable par l'utilisateur
	Impôts en capital (D91)	(Essentiellement Mutation à titre gratuit)	7.7	Fonction de la valeur ajoutée de la branche « Activités Immobilières » (à 80%) et fonction du PIB à 20%
Cotisations Sociales	Cotisations Sociales à la charge des Employeur (D12)		272	Désagrégation 17 Branches – Pour chaque branche : proportionnel aux « Salaires et Traitements Bruts »
	Cotisations Sociales Ménages (salariés ou non)		89.9	Proportionnel au total des salaires et traitements bruts
Revenus de la propriété	Intérêts (D41)		2.3	- Proportionnel au stock d'actifs financiers des APU (AF2, AF3, AF4, AF8) et au taux de référence à 5 ans sur les Bons du Trésor et OAT - Régression linéaire sur données annuelles de la période [1996-2012] : $Taux\ apparent(t) = 0.111 \times Taux\ ref.\ à\ 5ans(t)$ (R²= 0.79) Nota : Représentation explicite du stock d'actifs financiers, possibilité d'achats d'actifs ou de dé-provisionnement
	Revenus distribués des sociétés (D42) (=dividendes)		9.1	- Proportionnel au stock d'actions et titres OPCVM des APU (AF5) - Régression linéaire sur données annuelles de la période [1996-2012] : $Taux\ de\ dividende\ apparent(t) = 0.481 \times Tx\ Bons\ Trésor\ à\ 5ans(t - 1) + 0.0076$ (R²=0.63) Nota : Représentation explicite du stock d'actions & titres OPCVM, possibilité d'achats ou de dé-provisionnement
	Revenus de propriété attribués aux assurés (D44)		0.05	Exogène – Valeur 2012 par défaut – Modifiable par l'utilisateur
	Loyers Terrains et Gisements (D45)		1.8	- Proportionnel au stock d'actifs corporels non produits des APU - Rapport entre loyers et stock total d'actifs c.n.p. égal au rapport moyen sur la période 2003-2012 par défaut Nota: Représentation explicite du stock d'actifs corp. non produits, possibilité d'achats ou dé-provisionnement
Recettes de production	Comprend : - Production des branches marchandes et ventes résiduelles (P11) - Production pour emploi final propre (P12) - Paiements partiels des ménages (P13-partie) - Autres subventions sur la production (D39)		80.0	2 représentations proposées : - Proportionnel à l'excédent brut d'exploitation (EBE) des différentes branches (désagrégation 17branches), pondéré par la part des salariés des APU dans l'emploi total de chaque branche. (Donne une idée de la proportion du secteur public dans chaque branche) Ou bien : - Proportionnel au stock total d'actifs fixes des APU (Représentation explicite du stock d'actifs fixes des APU ; FBCF des APU supposée proportionnelle à la FBCF totale ; déclassement des actifs fixes publics par application d'un coefficient de déclassement)

Tableau 12 : hypothèses adoptées pour chaque sous-fonction de dépenses publiques

Fonctions de dépense publique <i>(Montant total en 2010)</i>	Sous-Fonctions explicitement représentées dans le modèle	Dépense en 2010 (Mds €2010)	Choix de modélisation et commentaires
01 - Services généraux des administrations publiques <i>(135.6 Mds€)</i>	01.1 - Fonctionnement des organes exécutifs et législatifs, affaires financières et fiscales, affaires étrangères	34.6	Exogène – Renseigné par l'utilisateur - (valeur moyenne sur 2010-2013 par défaut)
	01.2 - Aide économique extérieure	3.9	Exogène – Renseigné par l'utilisateur - (valeur moyenne sur 2010-2013 par défaut)
	01.3 - Services généraux	36.9	Exogène – Renseigné par l'utilisateur - (valeur moyenne sur 2010-2013 par défaut)
	01.4 - Recherche fondamentale	7.6	Exogène – Renseigné par l'utilisateur - (valeur moyenne sur 2010-2013 par défaut)
	01.7 - Opérations concernant la dette publique	50.9	<p>Correspond essentiellement aux intérêts payés sur la dette publique (brute). Ceux-ci sont calculés à partir d'un taux d'intérêt « apparent »* (Figure 65), lui-même fonction du « taux de référence sur bons du trésor et OAT à 5 ans » (variable exogène définie par l'utilisateur) :</p> $\text{Intérêts_APU}(t) = \text{Dette_brute}(t) \times \text{Tx_Apparent}(t)$ <p>Avec :</p> $\text{Tx_Apparent}(t) = 0.846 \times \left(\frac{\text{Tx_BT\&OAT\&5ans}(t) + \text{Tx_BT\&OAT\&5ans}(t-1\text{an})}{2} \right) + 0.0132 \quad (R^2 = 0.92)$ <p>(Estimation sur la période [1994-2012]) Sources des données utilisées : Insee Comptes Nationaux et Agence France Trésor)</p> <p>Nota : Il serait souhaitable de prendre en compte dans la réflexion la temporalité de la dette dans la représentation du mécanisme de « roulement » (c'est-à-dire le remboursement des emprunts parvenus à échéance par la soumission de nouveaux emprunts, permettant le renouvellement continu de la dette), afin par exemple, d'intégrer d'éventuels « effets murs » : ceux-ci induisent en effet une sensibilité particulière aux taux d'intérêts de certaines périodes spécifiques (celles qui correspondent à l'arrivée à échéance et au renouvellement d'une portion importante de la dette). Il n'a cependant pas été jugé utile de complexifier davantage le modèle du fait notamment des possibilités de « swap », c'est-à-dire de variation de durée de vie de la dette à travers des contrats d'échanges de taux d'intérêts.</p>

			 <p>Source : Champsaur et cotis, 2010, p. 8</p> <p>Figure 65 : Taux d'intérêt apparent de la dette publique</p> <p>*Le « taux d'intérêt apparent » représente le taux moyen que paient les administrations publiques sur l'ensemble de leur dette ; il est calculé comme le rapport entre les paiements d'intérêts des administrations et la dette moyenne de l'année en cours » (Champsaur and Cotis, 2010)</p>
02 – Défense (37.2 Mds€)	Représentation agrégée (Il s'agit essentiellement des dépenses de défense militaire (84%))	37.2	Exogène – Renseigné par l'utilisateur - (valeur moyenne sur 2010-2013 par défaut)
03 - Ordre et sécurité publics (33.6 Mds€)	03.1 - Services de police	19.4	Proportionnel à la population par défaut
	03.2 - Services de protection civile	5.6	Proportionnel à la population par défaut
	03.3 - Tribunaux	4.8	Proportionnel à la population par défaut
	03.4 - Administration pénitentiaire	3.1	Proportionnel à la population par défaut
04 - Affaires économiques (101.5 Mds€)	04.1 - Tutelle de l'économie générale, des échanges et de l'emploi	22.2	Exogène – Renseigné par l'utilisateur - (valeur moyenne sur 2010-2013 par défaut)
	04.2 - Agriculture, sylviculture, pêche et chasse	8.4	Exogène – Renseigné par l'utilisateur - (valeur moyenne sur 2010-2013 par défaut)
	04.3 - Combustibles et énergie	4.9	Exogène – Renseigné par l'utilisateur - (valeur moyenne sur 2010-2013 par défaut)
	04.4 - Industries extractives et manufacturières, construction	0.6	Exogène – Renseigné par l'utilisateur - (valeur moyenne sur 2010-2013 par défaut)
	04.5 - Transports	38.9	Exogène – Renseigné par l'utilisateur - (valeur moyenne sur 2010-2013 par défaut)
	04.6 - Communications	0.2	Exogène – Renseigné par l'utilisateur - (valeur moyenne sur 2010-2013 par défaut)

	04.7 - Autres branches d'activité	7.2	Exogène – Renseigné par l'utilisateur - (valeur moyenne sur 2010-2013 par défaut)
	04.8 - R-D concernant les affaires économiques	17.4	Exogène – Renseigné par l'utilisateur - (valeur moyenne sur 2010-2013 par défaut)
05 - Protection de l'environnement (19.8 Mds€)	05.1 - Gestion des déchets	9.6	Proportionnel à la quantité de déchets produits (industries +ménages)
	05.2 - Gestion des eaux usées	4.8	Proportionnel à la quantité d'eau utilisée (industries +ménages)
	05.3 - Lutte contre la pollution	1.9	Exogène – Renseigné par l'utilisateur - (valeur moyenne sur 2010-2013 par défaut)
	05.4 - Préservation de la diversité biologique et protection de la nature	1.5	Exogène – Renseigné par l'utilisateur - (valeur moyenne sur 2010-2013 par défaut)
	05.5 – R&D dans le domaine de la protection de l'environnement	0.3	Exogène – Renseigné par l'utilisateur - (valeur moyenne sur 2010-2013 par défaut)
06 - Logements et équipements collectifs (28 Mds€)	06.1 - Logements	9.1	Proportionnel à la population par défaut
	06.2 - Équipements collectifs	14.6	Proportionnel à la population par défaut
	06.3 - Alimentation en eau	3.0	Proportionnel à la population par défaut
	06.4 - Éclairage public	1.3	Proportionnel à la population par défaut
07 – Santé (158.8 Mds€)	-	158.8	*Module spécifique : utilisation d'un modèle à cohortes* (cf. §12)
08 - Loisirs, culture et culte (28.6 Mds€)	08.1 - Services récréatifs et sportifs	11.7	Proportionnel à la consommation de services récréatifs et sportifs non marchands par défaut
	08.2 - Services culturels	15.2	Proportionnel à la consommation de services culturels non marchands par défaut
	08.3 - Services de radiodiffusion, de télévision et d'édition	1.2	Proportionnel à la population par défaut
	08.4 - Culte et autres services communautaires	0.4	Proportionnel à la population par défaut
09 – Enseignement (112.6 Mds€)	-	112.6	*Module spécifique : utilisation d'un modèle à cohortes* (Cf. §11- Enseignement)
10 - Protection sociale (472.3 Mds€) <i>Nb : source</i>	10.1 - Maladie et invalidité	54.3	Comprend : → Prestations Handicap : - Allocations AAH, MVA, GRPH -> Proportionnel à la population âgée de 20 ans à l'âge moyen de départ en retraite (~critère d'éligibilité) - Remplacements de revenus & autres –

données : DREES			<p>-> Proportionnel à la population de 18 ans et plus (~critère d'éligibilité)</p> <p>→ Indemnités Journalières Maladies et Accidents du Travail & Maladies professionnelles (I.J.Maladies-AT&MP) :</p> <p>-> Proportionnel à la masse totale des salaires versés (qui traduit à la fois le nombre de salariés (critère d'éligibilité) et le montant des salaires sur lesquels sont indexées les I.J.)</p> <p>Montants d'aides et « taux d'éligibilité » (c.à.d. de prévalence du handicap et de maladies, maladies professionnelles ou d'accidents du travail) sont ajustables par l'utilisateur.</p> <p><u>Nota :</u> En ce qui concerne les prestations handicap, l'augmentation continue de ces allocations dans les 20 dernières années, semble traduire un accroissement de la prévalence du handicap. Celui-ci pourrait s'expliquer - entre autres - par l'augmentation de la prématurité et « <i>la baisse constante de la mortalité néonatale due aux progrès de la médecine et de la prise en charge des nourrissons, avec comme conséquence possible la survie d'enfants atteints ou à risque de l'être</i> » (Nicolas and Robert, 2008).</p> <p>Par ailleurs, le vieillissement moyen de la population active (renforcé par le recul de l'âge de la retraite) constitue un facteur d'augmentation des dépenses de remplacements de revenus, du fait de la prévalence plus importante de l'invalidité aux âges élevés, et d'un allongement de la durée d'invalidité.</p> <p>En ce qui concerne les I.J.Maladies-AT&MP, la réflexion prospective pourra utilement prendre en considération les éléments additionnels suivants (Commission des comptes de la sécurité sociale, 2013, pp. 32–36), que la modélisation proposée ici n'intègre pas pour le moment :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le vieillissement de la population salariée est susceptible d'induire une hausse des indemnités versées, du fait d'une durée moyenne des arrêts maladie plus longue chez les salariés plus âgés - La structure de l'emploi par secteur peut impacter les dépenses d'IJ (ex : industrie et construction plus exposés à des conditions de travail difficiles donc aux arrêts pour maladie ou accident) - Incidence des épidémies - Hivers rigoureux et accidents de trajet - Mise en place de contrôles +/- rigoureux - Précarité de l'emploi (« <i>la hausse du chômage conduirait les salariés à moins recourir à des arrêts de travail par crainte de perdre leur emploi, tandis que l'amélioration de la situation de l'emploi favoriserait l'employabilité de personnes à l'état de santé fragile, plus sujettes au risque d'arrêt de travail.</i> »)
	10.2 – Vieillesse & 10.3 - Survivants	257.7+31.3 =289	<p>Le risque vieillesse comprend notamment les pensions de retraite de droit direct (95% des prestations), des avantages non contributifs (ex : minimum vieillesse), des compensations de charges liées à la perte d'autonomie et à l'hébergement des personnes âgées.</p> <p>Le risque survie comprend les pensions de droits dérivés, et des compensations de charges (ex : capitaux décès).</p> <p>->Proportionnel au produit du nombre de personnes <i>inactives</i> d'un âge supérieur à l'âge d'ouverture des droits à la retraite ar (proxi du nombre de bénéficiaires) et d'un montant moyen de prestations par</p>

		<p>personne (modifiable par l'utilisateur).</p> <p>Adossé au poste « Vieillesse et Survivant », est représenté le « Fond de Réserve pour les Retraites » (FRR), instauré par la loi de financement de la Sécurité sociale (LFSS) pour 1999. Le FRR a vocation à remplir une fonction de « lissage » pendant la phase de forte augmentation des dépenses de retraite liée à l'arrivée à l'âge de la retraite des générations nombreuses du baby-boom. Les sommes qui lui sont affectées devaient être mises en réserves jusqu'en 2020 et étaient supposées être intégralement reversées au système de retraite à l'horizon 2050 (Esnault and Nortier, 2009, p. 40). Toutefois, la LFSS pour 2011 a fait évoluer son mandat, rapprochant notamment l'horizon du début de désapprovisionnement à 2011 (Fonds de réserve pour les retraites, 2015). Le FRR est représenté ici sous forme d'un stock d'actifs approvisionné en 2010 à hauteur de 36.2Mds€, ayant un rendement de 3.5% par défaut (modifiable par l'utilisateur), ce qui correspond à la performance annualisée moyenne de l'actif depuis son origine (Fonds de réserve pour les retraites, 2012, pp. 4-5). Le flux de désapprovisionnement du FRR (<i>FluxFRR</i>) est alors soustrait des dépenses de retraite. L'utilisateur peut modifier le calendrier de désapprovisionnement.</p> <p>Les dépenses du poste « Vieillesse et survivants » s'expriment alors ici :</p> $Vieillesse\&Survie_APU(t) \propto \left(\sum_{a \geq ar} (Population_a(t) - Actifs_s_a(t)) \times Presta_Vieillesse_par_pers(t) \right) - FluxFRR(t)$ <p>Avec :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Presta_Vieillesse_par_pers</i> : Montant moyen des prestations « vieillesse et survie » par personne (modifiable) - <i>ar</i> : âge d'ouverture des droits à la retraite - <i>FluxFRR</i> : Flux de désapprovisionnement du fond de réserve pour les retraites, défini par défaut suivant le calendrier établi par la LFSS pour 2011, modifiable par l'utilisateur. - <p><u>Nota</u> : La difficulté de représenter le fonctionnement des régimes de retraite français dans leur grande complexité nous a conduits à adopter ici une représentation agrégée et très simplifiée. Une première voie d'amélioration de la représentation du système actuel pourrait consister à chercher une relation entre les bénéficiaires de pensions de retraites et le nombre d'actifs des périodes antérieures. Il pourrait également être intéressant de chercher une relation entre les dépenses du poste « vieillesse » et les revenus de la population des périodes antérieures, ce qui reflèterait davantage le mode de calcul actuel du montant des pensions. Cela permettrait par exemple d'appréhender l'effet de l'augmentation historique du taux d'activité des femmes et de leurs revenus, lequel, dans le système de retraite actuel, devrait continuer de se traduire par une augmentation sensible du niveau moyen des pensions. Toutefois, on se saurait préjuger de la pérennité des régimes actuels de retraite : la logique de système de retraite par répartition invite à soumettre celui-ci au débat public et à la décision politique périodiquement renouvelée.</p>
--	--	--

10.4 - Famille et enfants	48.8	<p>Comprend notamment, de façon détaillée :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les I.J. Maternité et Paternité ->Proportionnel au nombre de naissance et à la masse totale des salaires (qui traduit à la fois le nombre de personnes ayant un salaire - donc susceptibles d'être indemnisées (critère d'éligibilité)-, et le niveau des salaires sur lequel est indexé le montant des I.J.) - La prestation d'accueil du jeune enfant (PAJE), qui comprend : <ul style="list-style-type: none"> - La prime à la naissance ou à l'adoption -> Proportionnel au nombre de naissances - L'allocation de base } Proportionnel au nombre d'enfants de moins de 3 ans - Le complément de libre choix d'activité - Le complément de libre choix du mode de garde - Les Allocations Familiales ->Proportionnel à la population de moins de 20 ans - Le Complément Familial ->Proportionnel au nombre de personnes âgée de 3 à 20 ans inclus - L'Allocation de Soutien Familial ->Proportionnel à la population de moins de 20 ans - L'Allocation d'éducation de l'enfant handicapé & l'Allocation journalière de présence parentale ->Proportionnel à la population de moins de 20 ans - L'Allocation de Rentrée Scolaire ->Proportionnel à la population <i>scolarisée</i>* âgée de 6 à 18 ans - Autres : Allocation Différentielle et frais de tutelle -> Exogène, défini par l'utilisateur <p><i>Les montants d'aide sont ajustables par l'utilisateur</i></p> <p style="text-align: right;"><i>*cf. module éducation</i></p>
10.5 - Chômage	37.9	<p>-> Proportionnel au nombre de personnes au chômage depuis moins de deux ans :</p> $Dépense_Chomage_APU(t) \propto NbChomeurs_moins2ans(t) \times Presta_par_Chômeur(t)$ <p>Avec :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>NbChomeurs_moins2ans</i> : Nombre de personnes au chômage <i>depuis moins de 2 ans</i> (ce qui correspond à la durée maximale actuelle de perception des indemnités) - <i>Presta_par_Chômeur</i> : Montant annuel moyen des prestations par bénéficiaire – modifiable par l'utilisateur
10.6 – Logement	18.1	<p>Comprend notamment les aides APL, ALF, ALS et ALT</p> <p>-> Proportionnel à la population, le niveau des aides est ajustable par l'utilisateur :</p> $Dépense_Logement_APU(t) \propto NbBénéficiairesLgmt(t) \times Presta_par_benef_Lgmt(t)$ <p>Avec :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>NbBénéficiairesLgmt</i> = $k \times PopulationTotale$: Nombre de bénéficiaires des aides au logement, supposé proportionnel à la population totale. - <i>Presta_par_benef_Lgmt</i> : Montant annuel moyen des prestations par bénéficiaire
10.7 - Exclusion sociale n.c.a.	20.1	<p>Comprend notamment le Revenu de Solidarité Active (RSA)</p> <p>Par simplicité, nous considérons que le nombre de bénéficiaires de ces dépenses est proportionnel au nombre</p>

			<p>de bénéficiaires du RSA qui est calculé en fonction du nombre de chômeurs :</p> $\Delta NbBénéficiairesExclu(t) = 0.46 \times (\Delta Chômeurs(t - 2trimestres) + 0.01$ <p>(Estimé sur [2006T1-2013T2] ; $R^2=0.78$)</p> $NbBénéficiairesExclu(t) = NbBénéficiairesExclu(t_0) + \int_{t_0}^t \Delta NbBénéficiairesExclu(t) dt$ <p>On a alors :</p> $Dépense_Logement_APU(t) \propto NbBénéficiaires_Exclu(t) \times Presta_par_benef_Exclu(t)$ <p><i>Le montant des prestations est ajustable par l'utilisateur.</i></p>
TOTAL des dépenses publiques en 2010 : 1128 Mds€			

10. Enseignement

Avec une dépense intérieure d'environ 138 milliards d'euros en 2010, l'éducation représente en France environ 6.7% des emplois, 10% des dépenses publiques, et autour de 7% du PIB et de la consommation effective des ménages, une part relativement constante au cours des cinq dernières décennies. Au-delà de son poids traditionnel dans l'économie, c'est aussi – et certainement davantage encore – son rôle d'agent de socialisation fondamental (primaire puis secondaire avec l'école et l'université) qui fait du système éducatif un sujet particulièrement sensible dans le débat public et politique. Institution à vocation structurante de la société et outil stratégique de traduction concrète des visions, des ambitions et des projets de société à venir, le système éducatif est logiquement au premier rang des débats de société. Rien de très surprenant donc, dans l'intérêt porté par les objecteurs de croissance au thème de l'éducation (citons par exemple Illich, 1971 et Auzou, 2008), et qui se traduit par quelques propositions concrètes. La plupart de celles-ci étant de nature qualitative (par exemple autour de pédagogies alternatives) et leurs impacts potentiels étant difficiles à estimer et plus encore à quantifier³⁴⁷, nous nous limitons modestement ici à leur seule dimension comptable du premier ordre, i.e. : les dépenses d'éducation.

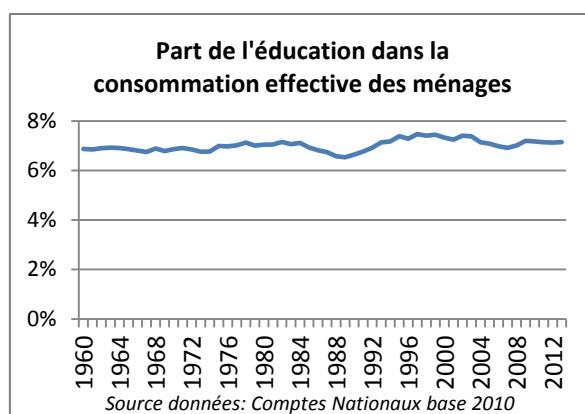


Figure 66 - Part de l'éducation dans la consommation effective des ménages

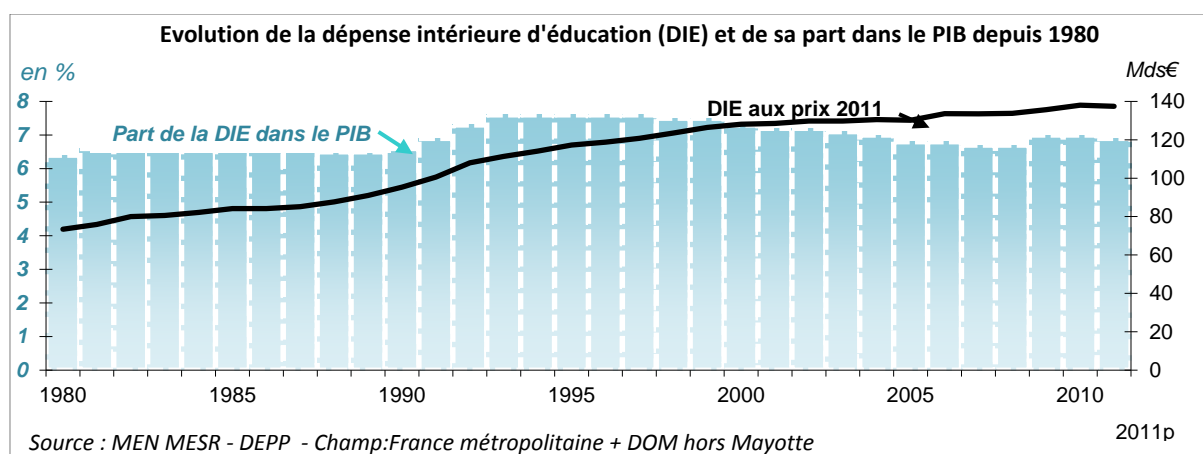


Figure 67 - Evolution de la dépense intérieure d'éducation (DIE) et de sa part dans le PIB depuis 1980

³⁴⁷ Voici à mon sens un sujet que seule l'expérimentation concrète et l'observation empirique ne peuvent éclairer.

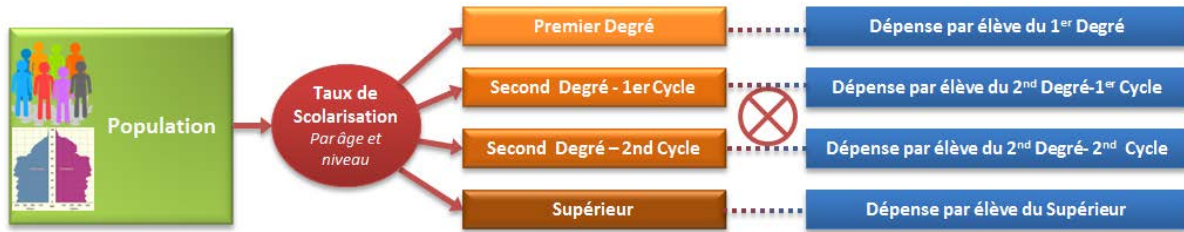


Figure 68 - Ventilation des dépenses du secteur de l'éducation par niveau d'étude

Le nombre de personnes scolarisées et leur degré de scolarisation – calculés au travers d'un modèle à cohortes à partir des taux de scolarisation par âge et par degré –, ainsi que la dépense moyenne par élève pour chaque degré constituent ici les déterminants de la dépense d'éducation (cf. Figure 68). Celle-ci peut ainsi s'exprimer, pour chaque degré d'enseignement n , par :

$$Dépense_Education_n(t) = \sum_a (Tx_Scolarisation_{a,n}(t) \times Population_a(t) \times Dépense_par_élève_n(t))$$

Avec :

- $Tx_Scolarisation_{a,n}$: Proportion de la population d'âge a scolarisée en degré n (cf. Figure 69)
- $Dépense_par_élève_n$: Dépense d'éducation annuelle pour un élève scolarisé en degré n (cf. Figure 70)

La part des dépenses d'éducation prise en charge par les administrations publiques peut alors s'exprimer par :

$$Dépense_Enseignement_APU(t) = \sum_n (\%Part_APU_éducation_n(t) \times Dépense_Education_n(t))$$

Avec :

- $\%Part_APU_éducation_n$: Part des administrations publiques dans le financement de l'éducation pour chaque degré n (cf. Figure 71)

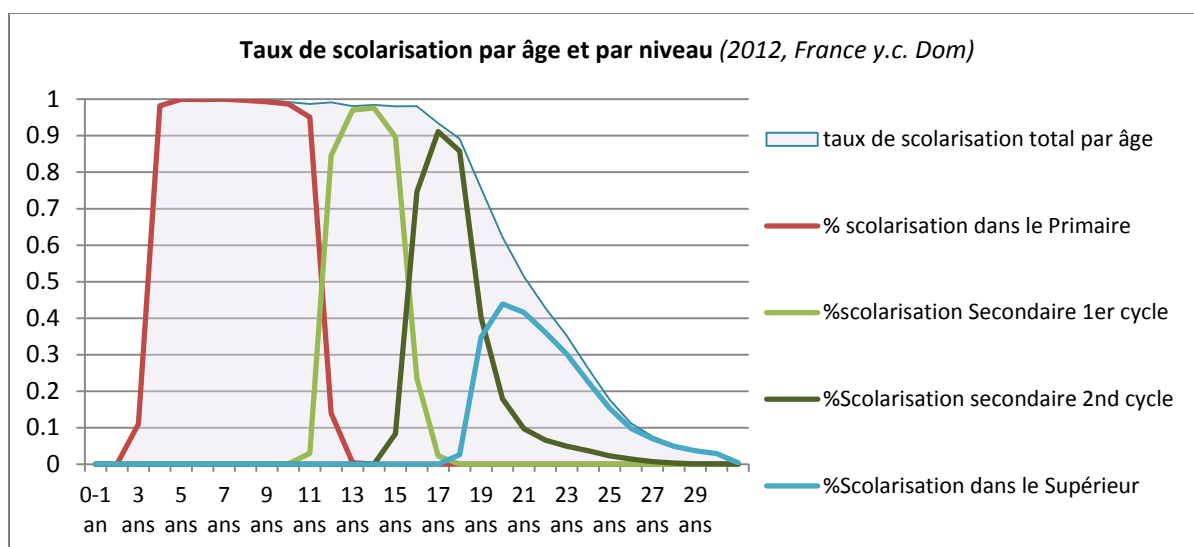


Figure 69 - Taux de scolarisation par âge et par niveau en 2012

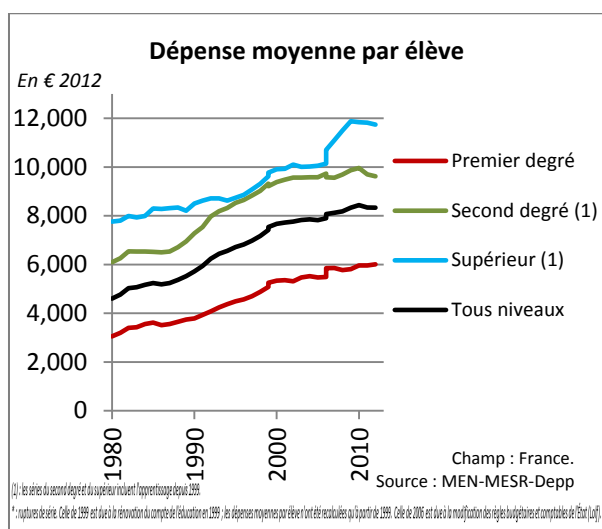


Figure 70 - Dépense moyenne par élève entre 1980 et 2012

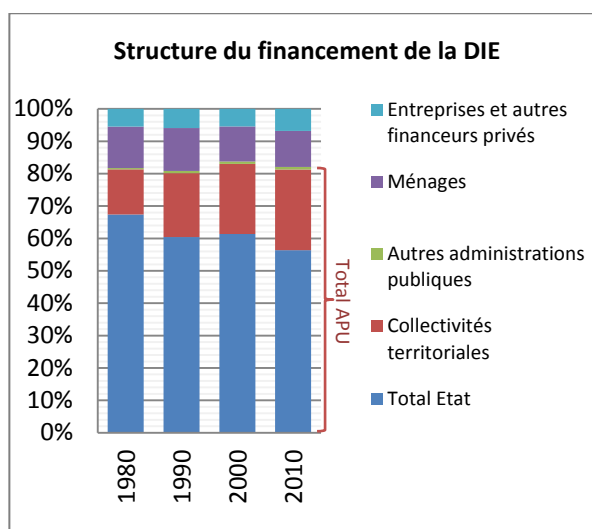


Figure 71 - Structure du financement de la DIE 1980-2010

11. Santé

Le secteur de la santé constitue un autre domaine sensible sur lequel nous portons notre attention. Suivant la tendance observée dans la grande majorité des économies industrialisées, les dépenses de santé ont connu, en France et depuis le milieu du XX^{ème} siècle, une croissance plus rapide que celle des autres postes de consommation. La dépense courante de santé s'élève ainsi à 247.7 milliards d'euros en 2013 - soit 11.7% du PIB- dont les trois quarts (186.7 milliards) correspondent à la consommation de soins et de biens médicaux (CSBM³⁴⁸) qui représente près de 12.5% de la consommation effective des ménages, une part qui a plus que doublé au cours des cinq dernières décennies (cf. Figure 72).

Il convient en premier lieu de comprendre les facteurs d'un tel dynamisme. Citons, parmi les principaux, l'épidémiologie, le vieillissement de la population, le « niveau de vie » (au sens large), ou encore l'évolution des connaissances et des pratiques médicales, généralement désignée par « progrès technique » (Geay and De Lagasnerie, 2013, p. 5 ; Albouy et al., 2009 cité par Geay and De Lagasnerie, 2013). Sur la base de micro-simulations, Dormont and Huber (2012) proposent une estimation de la contribution des différents facteurs à l'évolution de la dépense de santé en France sur les périodes 1992-2000 et 2000-2008 (cf. Figure 73). D'après ces travaux, les changements de pratiques auraient constitué le principal déterminant de la croissance des dépenses sur ces deux décennies (se traduisant par l'évolution à la hausse, dans le temps, du profil des dépenses par âge (cf. Figure 74), tandis que le « vieillissement de la population », n'aurait eu qu'un impact secondaire, bien que d'importance croissante sur la période récente.

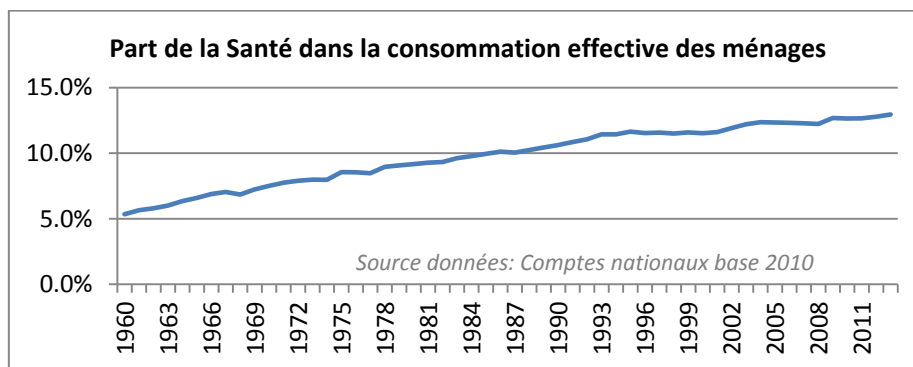


Figure 72 - Part de la santé dans la consommation effective des ménages

³⁴⁸ La CSBM comprend les soins hospitaliers, les soins de ville (médecins, dentistes, auxiliaires médicaux, laboratoires d'analyses, thermalisme), les transports sanitaires, les médicaments et les autres biens médicaux (optique, prothèses, petits matériels et pansements) ; La dépense courante de santé comprend, en plus de la CSBM, les dépenses de prévention, de recherche, de formation, de gestion du système de santé, les indemnités journalières, les subventions et les soins de longue durée aux personnes âgées ou handicapées en établissement et les services de soin à domicile. Nota : source des données : Drees, Comptes de la santé - base 2010

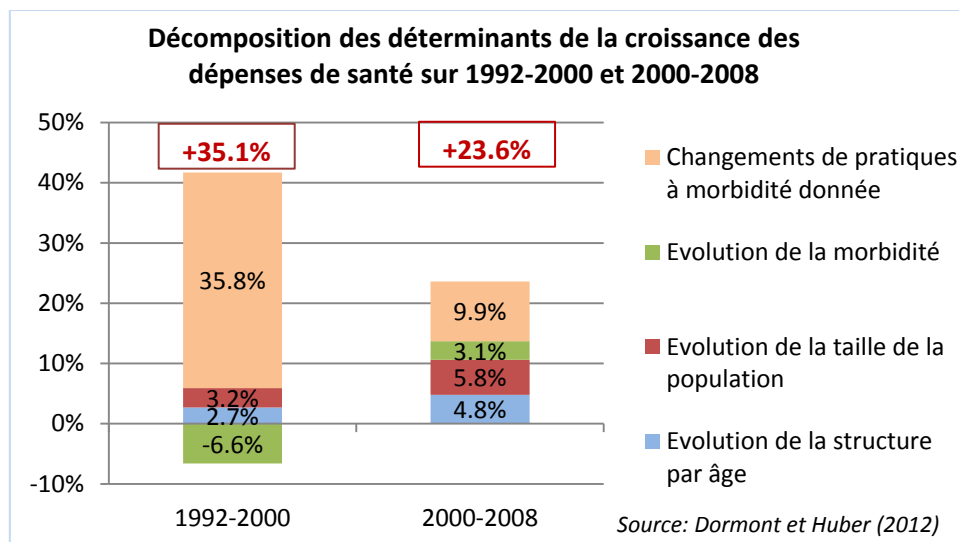
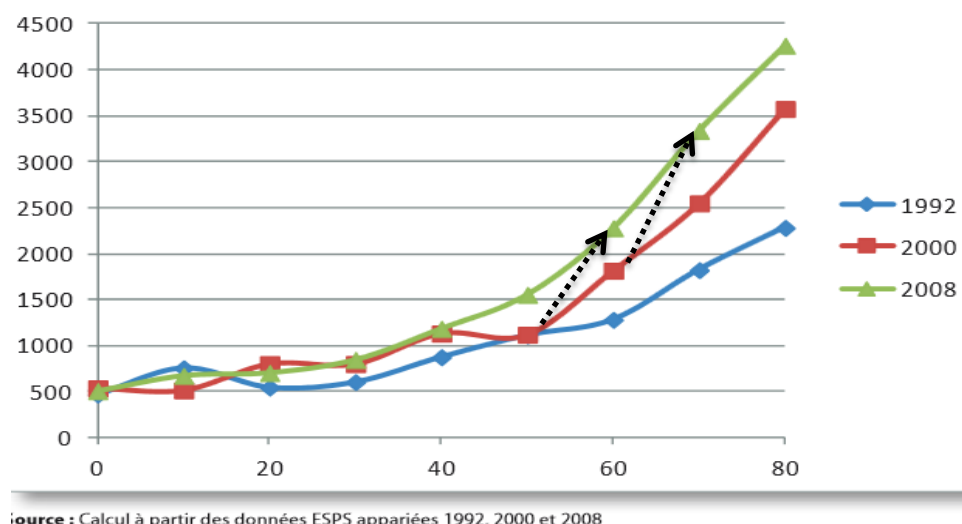


Figure 73 - Décomposition des déterminants de la croissance des dépenses de santé sur 1992-2000 et 200-2008



Le décalage à la hausse de la courbe de dépense moyenne de santé par âge au cours du temps illustre l'effet des changements de pratiques (nb : flèches noires rajoutées)

Figure 74 - Evolution à la hausse entre 1992 et 2008 du profil des dépenses de santé par âge (Dormont and Huber, 2012a, p. 29)

Que faut-il penser pour le futur ? Tout d'abord, l'incertitude qui entoure le « progrès technique » rend l'exercice prospectif périlleux : en permettant l'amélioration de traitements ainsi que l'identification et le traitement de nouvelles maladies, il modifie les « besoins » et les pratiques (dans leur nature et dans leur niveau de diffusion) ; pratiques dont le changement s'est révélé être le facteur prépondérant d'évolution des dépenses de santé dans le passé, comme nous venons de le voir.

Par ailleurs, il est probable que l'impact du « vieillissement de la population » se ressente davantage à l'avenir, avec l'arrivée des générations du « baby-boom » aux âges plus avancés, où les dépenses de santé sont statistiquement plus élevées (Figure 74). L'idée répandue selon laquelle ce facteur pourrait être responsable d'une « explosion » des dépenses de santé est toutefois à nuancer. Derrière le constat intuitif et avéré de dépenses moyennes de santé croissantes en fonction de l'âge, se cache également l'effet de la proximité de la

mort : le coût des soins augmente particulièrement à l'approche de la celle-ci (cf. Figure 75), si bien que la proximité de la mort peut être considérée en quelque sorte comme un déterminant à part entière des dépenses de santé (Yang et al., 2003). Le profil croissant de la dépense de santé en fonction de l'âge s'explique ainsi *en partie* par cette « sur-dépense » à proximité de la mort, associée à la probabilité croissante de décès avec l'âge. En fin de compte, âge et proximité de la mort joueraient tous deux significativement (Figure 75) (Dormont, 2009). Par conséquent, appliquer tel quel le profil de dépense par âge à une projection de la pyramide des âges future conduirait à une surestimation de l'impact des gains d'espérance de vie, ceux-ci ne se traduisant en pratique pas tant par une augmentation des dépenses de santé que par un report temporel d'une partie de celles-ci (celles associées à la fin de vie).

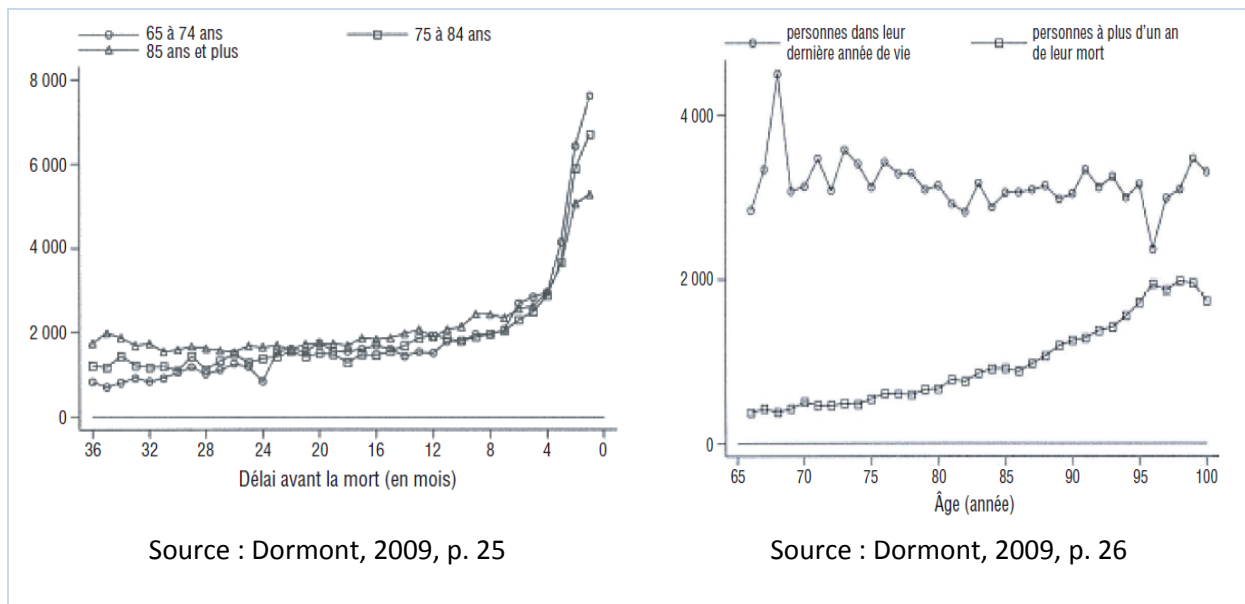


Figure 75 - Dépenses de santé en fonction de l'âge et du « délai » avant la mort

Mais l'âge et la fin de vie ne sont pas *par eux-mêmes* des facteurs *explicatifs* des dépenses de santé. Ils reflètent à l'évidence le niveau de morbidité des individus ainsi que le coût des soins relatifs à cette morbidité (Holly, 2009). Ainsi, en France, le taux de prévalence des « Affections Longue Durée » (ALD)³⁴⁹, qui peut dans une certaine mesure refléter le niveau de morbidité, augmente avec l'âge (Figure 76). La population atteinte d'ALD (~16%) concentre une part importante (plus de 70%) des dépenses de santé et se caractérise par une surmortalité significative par rapport à la population sans ALD (Figure 76).

³⁴⁹ « [...]un assuré ne peut être admis en ALD que s'il est atteint « d'affections comportant un traitement prolongé et une thérapeutique particulièrement coûteuse ». Les affections concernées sont fixées par un décret qui liste 30 groupes d'affections, ce sont les « ALD 30 ». Cette liste est arrêtée après avis de la Haute Autorité de Santé. Les ALD 31 et 32 complètent le dispositif. L'ALD 31 couvre tout malade qui est « atteint d'une forme évolutive ou invalidante d'une affection grave [...] pour des soins continus d'une durée prévisible supérieure à six mois ». L'ALD 32 couvre quant à elle les patients atteints de « plusieurs affections entraînant un état pathologique invalidant nécessitant des soins continus d'une durée prévisible supérieure à 6 mois » (Geay and De Lagasnerie, 2013, p. 10).

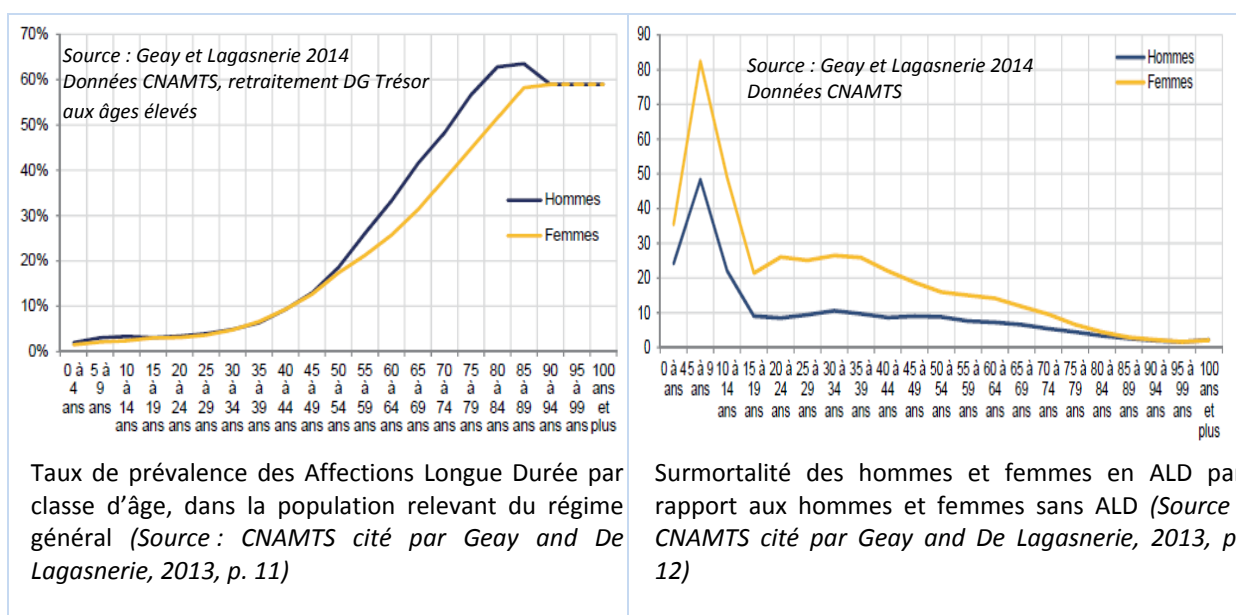


Figure 76 - Taux de prévalence des Affections de Longue Durée (ALD) et surmortalité des personnes en ALD par classe d'âge

L'analyse prospective se doit donc de prendre en considération l'ensemble de ces éléments : influence de l'âge, de la morbidité, de la proximité à la mort, et des pratiques médicales.

Les travaux récents de Geay et De Lagasnerie (2014) à la DG Trésor, autour de la construction d'un modèle à cohortes de projection des dépenses de santé, fournissent ici une base précieuse dont nous nous inspirons largement, et réempruntons au passage quelques données.

La structure adoptée pour notre module de dépenses de santé est présentée Figure 77. Il s'agit d'un modèle à cohortes dans lequel la population, pour chaque âge, est segmentée en quatre catégories d'effectifs, selon qu'elle souffre ou non d'une affection longue durée (à partir des taux de prévalence des ALD : critère d'état de santé ou de morbidité) et selon qu'elle décède ou non dans l'année en cours (à partir des taux de mortalité des personnes avec et sans ALD : critère de proximité à la mort). La consommation de santé totale est alors calculée en associant à chaque catégorie et pour chaque âge un niveau de dépense annuel moyen par personne en soins et biens médicaux (cf. Figure 78).

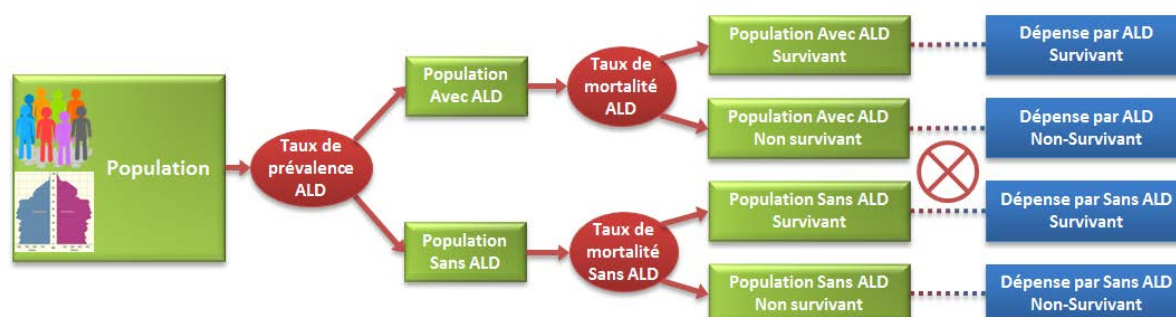


Figure 77 - Structure adoptée pour le module de santé

Ce qui peut se résumer par les équations suivantes :

$$Survivant_ALD_a(t) = Population_a(t) \times \%ALD_a(t) \times (1 - \%mortalité_ALD_a(t))$$

$$Survivant_sansALD_a(t) = Population_a(t) \times (1 - \%ALD_a(t)) \times (1 - \%mortalité_SansALD_a(t))$$

$$NonSurvivant_ALD_a(t) = Population_a(t) \times \%ALD_a(t) \times \%mortalité_ALD_a(t)$$

$$NonSurvivant_sansALD_a(t) = Population_a(t) \times (1 - \%ALD_a(t)) \times \%mortalité_SansALD_a(t)$$

Et :

$$Dépense_Santé(t) = \sum_a \left(\begin{array}{l} Survivant_sansALD_a(t) \times Dépense_Surv_sansALD_a(t) \\ + Survivant_ALD_a(t) \times Dépense_Surv_ALD_a(t) \\ + NonSurvivant_sansALD_a(t) \times Dépense_NonSurv_sansALD_a(t) \\ + NonSurvivant_ALD_a(t) \times Dépense_NonSurv_ALD_a(t) \end{array} \right)$$

Avec :

- $\%ALD_a$: Taux de prévalence des Affections Longue Durée (ALD) au sein de la population d'âge a (Figure 76);
- $\%mortalité_ALD_a$: Taux de mortalité au sein de la population en ALD d'âge a ³⁵⁰;
- $\%mortalité_SansALD_a$: Taux de mortalité au sein de la population sans ALD d'âge a ;
- $Survivant_sansALD_a$: Nombre de personnes d'âge a sans ALD survivant l'année en cours ;
- $Survivant_ALD_a$: Nombre de personnes d'âge a en ALD survivant l'année en cours ;
- $NonSurvivant_sansALD_a$: Nombre de personnes d'âge a sans ALD décédant au cours de l'année ;
- $NonSurvivant_ALD_a$: Nombre de personnes d'âge a en ALD décédant au cours de l'année ;
- $Dépense_Surv_sansALD_a$: Dépense annuelle moyenne de santé par personne d'âge a sans ALD survivant l'année en cours ;
- $Dépense_Surv_ALD_a$: Dépense annuelle moyenne de santé par personne d'âge a en ALD survivant l'année en cours ;
- $Dépense_NonSurv_sansALD_a$: Dépense annuelle moyenne de santé par personne d'âge a sans ALD décédant au cours de l'année
- $Dépense_NonSurv_ALD_a$: Dépense annuelle moyenne de santé par personne d'âge a en ALD décédant au cours de l'année

³⁵⁰ Les taux de mortalité pour les populations atteintes d'ALD et sans ALD sont calculés pour chaque âge à partir du taux de mortalité global de la population, issu des scénarios démographiques de l'INSEE, et des coefficients de surmortalité de la population en ALD (cf. Figure 76), en résolvant le système :

$$\begin{cases} TxMortalité_Global_a = \%ALD_a \times \%Mortalité_ALD_a + (1 - \%ALD_a) \times \%Mortalité_SansALD_a \\ \%Mortalité_ALD_a = CoeffSurmortalité_a \times \%Mortalité_NonALD_a \end{cases}$$

Source : EGB et SNIIRAM ;
Figure issue de Geay et Lagasnerie,
2014, p. 17

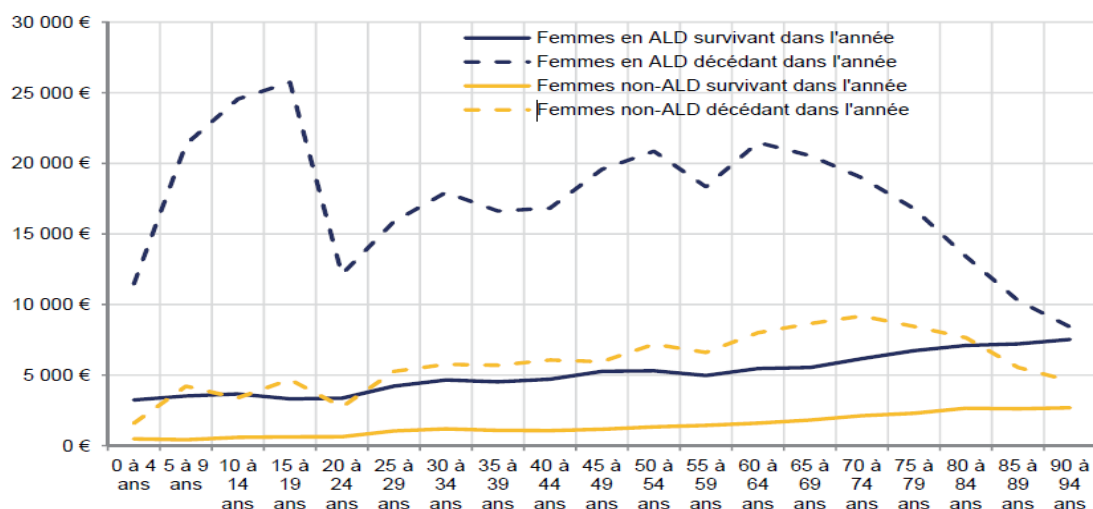


Figure 78 - Dépenses de santé par classe d'âge pour les femmes avec et sans ALD survivant ou décédant dans l'année

La représentation proposée permet donc de prendre en compte de façon endogène les effets d'âge, de proximité de la mort, et de la morbidité. Concernant cette dernière, différentes hypothèses d'évolution sont proposées dans le modèle³⁵¹ :

- Une hypothèse de « vieillissement de la population » à état de santé constant par âge, c'est-à-dire en conservant pour chaque âge le taux initial de prévalence des ALD (celui observé en 2011). Les gains d'espérance de vie ne sont donc pas spécialement des années de vie en bonne santé ;
- Une hypothèse de vieillissement « en bonne santé », suivant laquelle les éventuelles années de vie supplémentaires sont essentiellement des années de vie en bonne santé, ce que l'on traduit ici, pour les plus de 25 ans, par un décalage progressif, de la courbe de taux de prévalence des ALD par âge le long de l'axe horizontal des âges (Figure 76) , d'un nombre d'années correspondant à l'intégralité des gains d'espérance de vie propres au scénario démographique sélectionné. Par exemple, pour un gain d'espérance de vie de 5 ans entre 2011 et 2060, le taux de prévalence des individus de 60 ans en 2060 serait égal au taux de prévalence des individus de 55 ans en 2011 ;
- Une hypothèse de vieillissement « en mauvaise santé »³⁵², que l'on traduit par une croissance annuelle de 0.2% des taux de prévalence des ALD pour chaque âge ($\%ALD(t + 1an) = 1.002 \times \%ALD(t)$), soit une augmentation totale d'ici 2060 d'environ 9% par rapport aux taux de 2011.

La Figure 79 illustre, pour un jeu d'hypothèses démographiques centrales (cf. §3) et à pratiques médicales inchangées, la sensibilité de la dépense de santé modélisée à ces différentes hypothèses de morbidité.

³⁵¹ Dans une logique similaire à celle des scénarios explorés par Geay and De Lagasnerie (2013, p. 21-22).

³⁵² Bien qu'un tel scénario puisse être considéré comme « pessimiste », à l'époque où les avancées de la science et de la médecine ont permis une augmentation régulière de l'espérance de vie, nous ne pouvons éluder de telles hypothèses. Elles reflètent par ailleurs l'inquiétude de plusieurs répondants à notre enquête, face à l'impact incertain de la pollution généralisée et de la dégradation de l'environnement, ainsi que celui de l'évolution des modes de vie (stress, sédentarité, etc.).

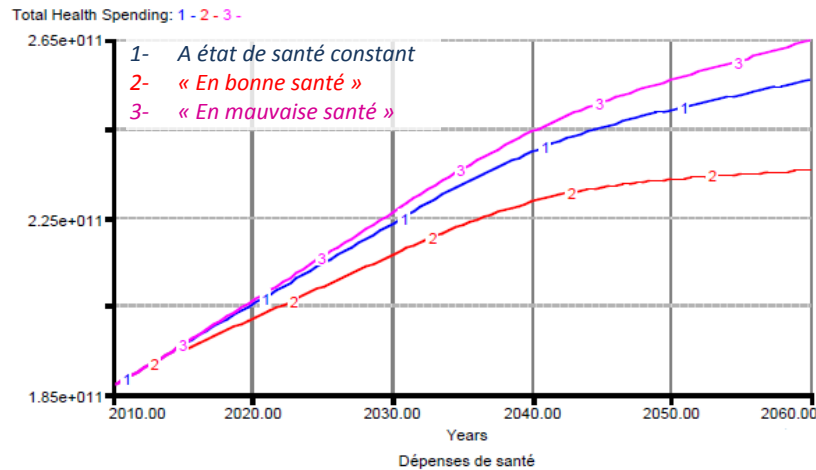


Figure 79 - Illustration de la sensibilité de la dépense de santé suivant les hypothèses prises sur le vieillissement des individus

L'impact (critique) de l'évolution des pratiques médicales est quant à lui maintenu exogène dans notre approche, et se traduit directement par les niveaux moyens de dépenses annuelles par personne, que l'utilisateur est libre de faire varier. Outre les difficultés de modélisation inhérentes à l'appréhension de la complexité des effets d'un « progrès technique » incertain, et qui s'est, à travers les logiques de marché, partiellement autonomisé du politique, il s'agit ici, conformément à la vocation prospective de notre étude, de laisser le champ ouvert à une éventuelle réappropriation politique de ses orientations, modalités, et finalités dans le champ de la santé – c'est-à-dire à un « ré-enchâssement », en quelque sorte, du progrès technique dans la société et dans le politique. Soulignons enfin que le système assurantiel n'est pas neutre au regard des pratiques médicales: par son architecture et les logiques qu'elle induit, il est susceptible d'influer sur la recherche, le développement, et la diffusion d'innovations techniques, ainsi que de favoriser certaines approches plutôt que d'autres (curatives plutôt que préventives, par exemple) (Weisbrod, 1991 cité par Dormont, 2009, p. 67).

Sans entrer dans les détails du système assurantiel et des mécanismes en jeu, nous prenons toutefois en considération la part globale³⁵³ des dépenses prise en charge par les administrations publiques (sécurité sociale et Etat) (cf. Figure 80), à partir de laquelle nous déduisons la dépense *publique* de santé :

$$\text{Dépense_Santé_APU}(t) \propto \text{Dépense_Santé}(t) \times \% \text{Prise_en_charge_Santé_APU}(t)$$

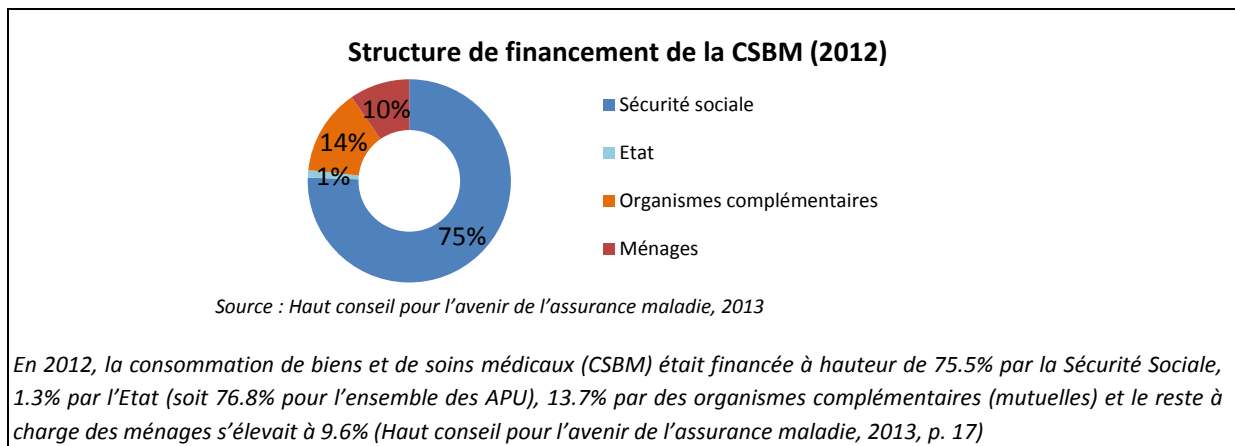


Figure 80 - Structure de financement de la consommation de soins et de biens médicaux (2012)

³⁵³ Le modèle pourrait être à l'avenir désagrégué par la prise en compte de taux de remboursement différenciés par type de soin (hôpital, soins de ville, médicaments) ou en fonction de l'âge de la population (Duval et al., 2010, pp. 5-6).

12. Conclusion du chapitre

Nous avons présenté ici les principaux traits de notre outil de modélisation, qui permettent d'en saisir les logiques internes essentielles, et par là même les limites.

Le lecteur aura pu percevoir, à travers ce chapitre, la complexité de l'activité de modélisation appliquée, recherche permanente de compromis entre notre perception du réel, nos cadres conceptuels, et les catégories statistiques des données disponibles. Nous avons par ailleurs pointé, à plusieurs reprises, l'inadéquation de plusieurs de ces catégories à la dimension informelle et non monétaire de l'économie, et la difficulté qui en résulte de penser une sortie de la société de marché, c'est-à-dire un *ré-enchâssement de l'économie* dans la société, tel que le proposent, de diverses façons, les partisans de la Décroissance. Une difficulté qui résulte du paradoxe dans lequel nous nous trouvons : celui qui consiste à *proposer une modélisation économique de la sortie de l'économicisme*.

Ces catégories statistiques découlent de diverses conventions, qui ont par exemple répondu pour nous aux questions du type : quel périmètre territorial adopter ? Qu'est-ce qu'un produit ? Qu'est-ce qu'une branche de production ? Qu'est-ce qu'un actif ? Qu'est-ce qu'un investissement ? Qu'est-ce qu'un chômeur ? Qu'est-ce qu'un emploi ? Quels flux d'énergie comptabiliser ? Etc. Ces conventions, comme le souligne Desrosières (2008) correspondent à l'une des deux opérations d'un processus de quantification (« *Quantifier, c'est convenir puis mesurer* » p.10) ; un processus auquel il convient d'accorder un intérêt particulier, compte tenu de l'usage intensif qui est fait des données quantitatives en modélisation³⁵⁴. Les observations de Chiapello and Desrosières (2006) ne sont pas anodines :

« Il fut pourtant un temps où la discussion sur les opérations de quantification, sur les conventions à retenir, attirait de grands noms de l'économie, des acteurs en vue du mainstream de leur époque, qui considéraient qu'il s'agissait là d'une tâche scientifique de premier ordre, et non pas, comme c'est aujourd'hui le cas généralement, de points de détails à laisser à ceux qui sont chargés d'alimenter les bases de données. Les débats rapportés par Vanoli [2002] montrent l'attrait, dans les années 1940 à 1960, de la discussion conceptuelle sur la quantification. Aujourd'hui, en revanche, cette discussion s'est professionnalisée et cantonnée à un petit groupe d'experts (les responsables de l'évolution du système de comptabilité nationale par exemple) dont les noms n'apparaissent pas dans les grandes revues économiques, alors même que les articles qui y paraissent n'ont jamais autant fait usage de données quantifiées. L'écart entre la réflexion « amont » sur la production des chiffres et leurs usages en « aval » n'a jamais été aussi total et inscrit dans une division du travail doublée d'une hiérarchie de dignité professionnelle. L'« amont », marqué de l'ignorance sinon du dédain pour ceux qui font le « sale boulot » et tentent avec plus ou moins de bonheur de faire entrer dans des taxinomies et des procédures une réalité débordante, est occulté au profit des démonstrations brillantes de l'économétrie moderne « qui tiennent » d'autant plus que les premiers restent dans l'ombre. »

« Ces derniers ont renoncé à interroger les chiffres mais en font néanmoins un usage immodéré ».

Dans le chapitre suivant, nous présenterons les résultats de la mise en œuvre de ce modèle autour de divers scénarios, et en particulier autour de scénarios construits sur la base des entretiens décrits au chapitre 3.

³⁵⁴ Comme le dit si bien (Armatte, 2010, p. 18) : des « " données ", dont on voit bien qu'elles ne sont pas données, ni au sens économique (puisqu'elles ont un coût), ni au sens épistémologique (puisqu'elles sont construites comme le disaient déjà Bourdieu, Chamboredon et Passeron en 1968). »

Bibliographie du Chapitre 4

- Abel, A.B., 1979. Investment and the Value of Capital. Garland Pub.
- Abel, A.B., Eberly, J.C., 1994. A Unified Model of Investment Under Uncertainty. *The American Economic Review* 84, 1369–1384.
- ADEME, 2014. Chiffres-clés Déchets, Edition 2014, ADEME. ed, Chiffres-clés. Paris.
- ADEME, 2011. Véhicules particuliers vendus en France, Evolution du marché, caractéristiques environnementales et techniques. ADEME, Valbonne.
- Armatte, M., 2010. La science économique comme ingénierie: quantification et modélisation, Sciences sociales. Presses des Mines, Paris.
- Armoogum, J., Bouffard-Savary, E., Caenen, Y., Couderc, C., Courel, J., Delisle, F., Duprat, P., Fouin, L., François, D., Gascon, M.-O., Godineau, D., Grimal, R., Hubert, J.-P., Le Gal, Y., Le Guennec, J., Le Jeannic, T., Longuar, Z., Madre, J.-L., Nicolas, J.-P., Pallez, D., Papon, F., Paulo, C., Quételard, B., Ranty, A., Robin, M., Roux, S., Seguin, S., Siméon, T., De Solère, R., Tisserand, B., Verry, D., 2010. La Mobilité des Français, Panorama issu de l'enquête nationale transports et déplacements 2008, Commissariat général au développement durable. ed, La revue. Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, Paris.
- Auzou, M., 2008. Ambiguïtés de l'utopie, in: *Décroissance & utopie*, Entropia, revue d'étude théorique et politique de la décroissance. Parangon/vs, Lyon, pp. 139–151.
- Baron, J.-F., 2008. Les comptes de patrimoine et de variations de patrimoine - Base 2000 (No. 10). INSEE, Paris.
- Bayon, D., Flipo, F., Schneider, F., 2012. La décroissance: dix questions pour comprendre et débattre, Nouv. éd. ed, Découverte poche Essais. La Découverte, Paris.
- Beaucire, F., 2001. La dynamique territoriale [WWW Document]. CAUE Haute-Savoie. URL <http://www.caue74.fr/ressource/urbanisme/la-dynamique-territoriale-par-francis-beaucire.html> (accessed 11.4.15).
- Biesse, N., Cabannes, P.-Y., 2013. Marché du travail : Séries longues. INSEE Résultat.
- Block, T., Paredis, E., 2013. Urban development projects catalyst for sustainable transformations: the need for entrepreneurial political leadership. *Journal of Cleaner Production* 50, 181–188. doi:10.1016/j.jclepro.2012.11.021
- Bourdeau, B., 1997. Evolution du parc automobile français entre 1970 et 2020. Université de Savoie, Chambéry.
- Bourdieu, P., 1996. Partie 2- Structure invisible et ses effets, in: *Sur la télévision: suivi de L'emprise du journalisme*. Raisons d'Agir, Paris.
- Bourdieu, P., 1987. Espace social et pouvoir symbolique, in: *Choses Dites, Le Sens Commun*. Éd. de Minuit, Paris.
- Bouvier, G., Diallo, F., 2010. Soixante ans de réduction du temps de travail dans le monde. INSEE Première 4.
- Braibant, M., 2008. Elaboration du tableau des entrees intermediaires (TEI) pour les annees de base.
- Briens, F., 2011. Amélioration des modèles de consommation d'énergie dans les outils prospectifs (Rapport de mastère). Mines ParisTech, Valbonne.
- Bulkeley, H., Schroeder, H., Janda, K., Zhao, J., Armstrong, A., Yi Chu, S., Ghosh, S., 2009. Cities and Climate Change: The role of institutions, governance and urban planning (Urban Symposium on Climate Change). World Bank, Marseille.
- Buron, M.-L., Kranklader, E., Ribera, J., 2014. Enquête budget de famille 2011. INSEE Résultat.
- Calenda, 2014. Modes de vie de proximité dans les espaces périurbains et ruraux : quelle valorisation des territoires ? Appel à contribution [WWW Document]. Calenda. URL <http://calenda.org/310732> (accessed 11.4.15).
- Carbon Trust, 2011. International Carbon Flows - Global Flows. Carbon Trust, London.
- Cayla, J.-M., 2011. Les ménages sous la contrainte carbone : exercice de modélisation prospective des secteurs résidentiel et transports avec TIMES (phdthesis). École Nationale Supérieure des Mines de Paris, Valbonne.
- Centrer d'étude et de recherches économiques sur l'énergie, 2014. Données statistiques du CEREN. Centrer d'étude et de recherches économiques sur l'énergie, Paris.
- Centres d'Etudes Techniques de l'Équipement Nord Picardie, 2010. L'évolution de la mobilité en France, Résultats de l'enquête nationale Transports et déplacements.
- Champsaur, P., Cotis, J.-P., 2010. Rapport sur la situation des finances publiques. INSEE.

- Chiapello, E., Desrosières, A., 2006. La quantification de l'économie et la recherche en sciences sociales : paradoxes, contradictions et omissions. Le cas exemplaire de la positive accounting theory, in: Débats, L'économie des conventions. La Découverte, Paris, pp. 297–310.
- Christ, C.F., 1955. A Review of Input-Output Analysis, in: Input-Output Analysis, an Appraisal a Report of the National Bureau of Economic Research, New York. Princeton University Press, Princeton, pp. 137–182.
- CITEPA, 2014. Inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en France, Format SECTEN (No. 1148). Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique, Paris.
- Clark, A.E., Oswald, A.J., 1994. Unhappiness and Unemployment. The Economic Journal 104, 648. doi:10.2307/2234639
- Commissariat général au développement durable, 2015. Chiffres clés du transport, Edition 2015, Repères. Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, Paris.
- Commissariat général au Développement durable, 2015. Parc de véhicules routiers [WWW Document]. Observations et statistiques. URL <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/transports/s/parcs.html> (accessed 11.5.15).
- Commission des comptes de la sécurité sociale, 2013. Les comptes de la Sécurité sociale, Résultats 2012, Prévisions 2013 et 2014. Paris.
- Conseil général de l'environnement et du développement durable, 2015. Prix de l'immobilier, Evolution 1200 - 2015 [WWW Document]. Conseil général de l'environnement et du développement durable. URL <http://www.cgedd.developpement-durable.gouv.fr/prix-immobilier-evolution-1200-a1048.html#a1> (accessed 11.5.15).
- Conseil général de l'environnement et du développement durable, 2010. 254 millions de tonnes de déchets produits par l'activité de construction en France en 2008. Chiffres & Statistiques 1–4.
- Cordonnier, L., Van de Velde, F., 2007. Produire moins, produire mieux, préserver l'emploi, in: Décroissance et travail, Entropia, revue d'étude théorique et politique de la décroissance. Parangon, Lyon, p. 224.
- Coutrot, T., 2004. Le télétravail en France. Première Informations Synthèses 1–4.
- Crépon, B., Gianella, C., 2001. Fiscalité et coût d'usage du capital : incidences sur l'investissement, l'activité et l'emploi. Economie et Statistique 107–128.
- Crozier, M., 1971. Le phénomène bureaucratique. Seuil, Paris.
- Delaigue, A., 2009. L'hystérie du déficit commercial français. Libération.
- Delbecq, V., Le Laidier, S., Mairesse, J., Nayman, L., 2010. Mesures des investissements incorporels en France : définitions, méthodes et effets sur la croissance, in: Questions de représentation du système productif. Presented at the 13e colloque de l'Association de comptabilité nationale, Paris, p. 22.
- Deloitte, 2008. Efficacité énergétique et environnementale des modes de transport, Synthèse publique. ADEME, Valbonne.
- Demotes-Mainard, M., 2003. La connaissance statistique de l'immatériel.
- Descartes, R., 1637. Discours de la méthode.
- Desrosières, A., 2008. Pour une sociologie historique de la quantification, L'argument statistique. Presses de l'École des Mines, Paris.
- Detrie, A., 2007. Besoins et consommations d'énergie dans les bâtiments - Synthèse bibliographique - Etudes de cas. CSTB.
- Direction de l'animation de la recherche, des études et des statistiques, 2013. Les portraits statistiques des métiers 1982-2011 [WWW Document]. Ministère du travail, de l'emploi, de la formation professionnelle et du dialogue social. URL <http://travail-emploi.gouv.fr/etudes-recherches-statistiques-de,76/statistiques,78/metiers-et-qualifications,83/les-portraits-statistiques-des,2052/les-portraits-statistiques-des,13766.html> (accessed 11.9.15).
- Dormont, B., 2009. Les dépenses de santé, Une augmentation salubre ?, Rue d'ULM. ed, Centre pour la recherche économique et ses applications. Paris.
- Dormont, B., Huber, H., 2012. Vieillesse de la population et croissance des dépenses de santé (Rapport de recherche). Institut Montparnasse, Paris.
- Duploux, B., 2005. La multiactivité : exercer simultanément plusieurs emplois.
- Durier, S., 2006. Les progrès de la scolarisation des jeunes de 1985 à 2003, in: Données sociales : La société française, Insee Références. INSEE, Paris, pp. 95–100.
- Duval, J., Lardellier, R., Legal, R., 2010. La redistribution opérée par l'assurance maladie obligatoire et par les assurances complémentaires selon l'âge.

- Enertech, 2008. Mesure de la consommation des usages domestiques de l'audiovisuel et de l'informatique (Rapport final). ADEME et EDF, Felines sur Rimandoule.
- Epaulard, A., 2001. Préface : À la recherche des déterminants de l'investissement des entreprises. *Economie et Statistique*, INSEE 1–12.
- Esnault, C., Nortier, F., 2009. La retraite en France, Statistiques, définitions, tendances et projections, L'observatoire des retraites. ed, Les chiffres de la retraite. Paris.
- Feld, S., 2000. Mouvements migratoires, population active et transformation du marché du travail dans l'Union Européenne à moyen terme.
- Ferhenbach, J., GRANEL, F., DUFORT, D., KLEIN, T., LOYER, J.-L., 2009. Le développement du télétravail dans la société numérique de demain, Rapports et documents - Centre d'analyse stratégique. La Documentation française, Paris.
- Ferrari, N., 2005. Prévoir l'investissement des entreprises, Un indicateur des révisions dans l'enquête de conjoncture sur les investissements dans l'industrie (Document de travail). INSEE, Paris.
- Flipo, F., 2008. Le don de la nature. *Entropia*, revue d'étude théorique et politique de la décroissance, *Entropia* 23–34.
- Fonds de réserve pour les retraites, 2015. Rôle du Fonds de Réserve pour les Retraites [WWW Document]. Fonds de réserve pour les retraites. URL <http://www.fondsdereserve.fr/fr/missions/role> (accessed 11.5.15).
- Fonds de réserve pour les retraites, 2012. Rapport annuel 2012 du Fond de réserve pour les retraites (Rapport annuel). Fond de réserve pour les retraites, Paris.
- Friggit, J., 2010. Le prix des logements sur le long terme. CGEDD.
- Gadrey, J., 2008. La crise écologique exige une révolution de l'économie des services. *Développement durable et territoires*. Économie, géographie, politique, droit, sociologie 22. doi:10.4000/developpementdurable.6423
- Gadrey, J., Jany-Catrice, F., 2005. Les nouveaux indicateurs de richesse, La Découverte. ed, Repères. Paris.
- Gallez, C., 1994. Modèles de projection à long terme de la structure du parc et du marché de l'automobile. Université Paris 1 - Panthéon-Sorbonne, Paris.
- Geay, C., De Lagasnerie, G., 2013. Projection des dépenses de santé à l'horizon 2060, le modèle PROMEDE (Document de travail No. 2013/08). Direction Générale du Trésor public, Paris.
- Godbout, J.T., 2008. L'illimitation systémique. *Entropia*, revue d'étude théorique et politique de la décroissance, *Entropia* 51–58.
- Gollain, F., Flipo, F., Latouche, S., Besson-Girard, J.-C., 2008. Trop d'utilité, *Entropia*, revue d'étude théorique et politique de la décroissance. Parangon, Lyon.
- Gorz, A., 2004. Métamorphoses du travail: critique de la raison économique, Collection Folio Essais. Gallimard, Paris.
- Gorz, A., 1993. Capitalisme, socialisme, écologie: désorientations, orientations, 2.éd ed, Collection Débats. Galilée, Paris.
- Greenworking, 2012. Le télétravail dans les grandes entreprises françaises, Comment la distance transforme nos modes de travail (Synthèse). Ministère chargé de l'industrie, de l'énergie, et de l'économie numérique, Paris.
- Grenelle environnement, 2012. Analyse détaillée du parc résidentiel existant. Règle de l'art grenelle environnement, Paris.
- Grimal, R., 2011. Estimation des circulations à partir de l'Enquête Nationale Transports. Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements, Mobilités à longue distance 1–38.
- Groupe du chêne, 2008. Pour une agriculture paysanne, in: Trop d'utilité, *Entropia*, revue d'étude théorique et politique de la décroissance. Parangon, Lyon, pp. 135–154.
- Harribey, J.-M., 2007. Désaliéner le travail pour économiser les ressources, in: Décroissance et travail, *Entropia*, revue d'étude théorique et politique de la décroissance. Parangon, Lyon, p. 224.
- Haut conseil pour l'avenir de l'assurance maladie, 2013. Rapport annuel 2013 (Rapport annuel). Haut conseil pour l'avenir de l'assurance maladie, Paris.
- Hawkins, D., Simon, H.A., 1949. Note: Some Conditions of Macroeconomic Stability. *Econometrica* 17, 245–248. doi:10.2307/1905526
- Hawkins, T., Hendrickson, C., Higgins, C., Matthews, H.S., Suh, S., 2007. A mixed-unit input-output model for environmental life-cycle assessment and material flow analysis. *Environ. Sci. Technol.* 41, 1024–1031.
- Hayashi, F., 1982. Tobin's Marginal q and Average q: A Neoclassical Interpretation. *Econometrica* 50, 213–224. doi:10.2307/1912538

- Heitzmann, R., Commission permanente de concertation pour l'industrie, 2003. L'investissement matériel en net recul, in: L'industrie française en 2002-2003. Commission permanente de concertation pour l'industrie, [Paris], p. 119.
- Herman, G., 2007. Travail, chômage et stigmatisation : Une analyse psychosociale. De Boeck Université, Bruxelles.
- Holly, A., 2009. Age et dépenses de santé.
- Hugrel, C., Joumard, R., 2004. Transport routier : parc, usage et émissions des véhicules en France de 1970 à 2025, Rapport INRETS. Bron.
- Humbert, M., 2008. Un introuvable slogan mobilisateur, in: Trop d'utilité, Entropia, revue d'étude théorique et politique de la décroissance. Parangon, Lyon, pp. 69–90.
- Illich, I., 1975. Energie et équité. Éditions du Seuil., Paris.
- Illich, I., 1971. Deschooling society. Marion Boyars, London.
- Imaclim, 2015. Modèles pour l'étude des trajectoires de développement durable [WWW Document]. URL <http://www.imaclim.centre-cired.fr/> (accessed 11.9.15).
- Inan, C., 2009. Dynamique démographique de la population active occupée en France (Sciences économiques, gestion et démographie). Université Montesquieu - Bordeaux IV, Bordeaux.
- INSEE, 2015a. Les chefs d'entreprise de l'industrie prévoient une légère baisse de l'investissement en 2015 après une stabilité en 2014 [WWW Document]. INSEE. URL <http://www.insee.fr/fr/themes/info-rapide.asp?id=15&date=20141107> (accessed 11.3.15).
- INSEE, 2015b. Parc de résidences principales, secondaires ou logements vacants en habitat collectif ou individuel en 2014 [WWW Document]. INSEE. URL http://www.insee.fr/fr/themes/tableau.asp?reg_id=0&ref_id=NATFPS05201 (accessed 11.5.15).
- INSEE, 2014a. Le niveau du PIB est révisé de + 3,2 % en base 2010 [WWW Document]. INSEE. URL <http://www.insee.fr/fr/themes/comptes-nationaux/default.asp?page=base-2010.htm> (accessed 11.3.15).
- INSEE, 2014b. Aux frontières du chômage : le halo autour du chômage et le sous-emploi [WWW Document]. INSEE. URL http://www.insee.fr/fr/publications-et-services/default.asp?page=dossiers_web/chomage/chomage-frontieres.htm (accessed 11.4.15).
- INSEE, 2012a. Projections à l'horizon 2060 - Pyramide des âges [WWW Document]. INSEE. URL <http://www.insee.fr/fr/ppp/bases-de-donnees/irweb/projpop0760/dd/pyramide/pyramide.htm> (accessed 11.2.15).
- INSEE, 2012b. Fiches thématiques, Revenus, niveaux de vie, in: France, portrait social, Edition 2012. INSEE, Paris, pp. 200–211.
- INSEE, 2012c. La mesure du chômage par l'insee. L'Insee en bref 11.
- INSEE, 2010. Conditions de vie-Société, Équipement des ménages [WWW Document]. INSEE. URL http://www.insee.fr/fr/themes/document.asp?ref_id=T10F062 (accessed 11.5.15).
- INSEE, 2007. Données détaillées sur les projections de ménages pour la France métropolitaine, à l'horizon 2030 - Principaux concepts. INSEE Résultat.
- INSEE, 2006. Des ménages toujours plus petits - Projection de ménages pour la France métropolitaine à l'horizon 2030. INSEE Première.
- INSEE, n.d. Définitions et méthodes - Formation brute de capital fixe / FBCF [WWW Document]. URL <http://www.insee.fr/fr/methodes/default.asp?page=definitions/formation-brute-capital-fixe.htm> (accessed 11.3.15a).
- INSEE, n.d. Les chefs d'entreprises de l'industrie manufacturière anticipent une hausse de 7 % de leur investissement en 2015 [WWW Document]. INSEE. URL <http://www.insee.fr/fr/themes/info-rapide.asp?id=15&date=20150506> (accessed 11.3.15b).
- INSEE, n.d. Définitions et méthodes - Chômeur [WWW Document]. INSEE. URL <http://www.insee.fr/fr/methodes/default.asp?page=definitions/chomeur-au-sens-du-bit.htm> (accessed 11.4.15c).
- INSEE, Gateaud, G., Heck, S., Launay, P., Larochette, B., Morer, N., Sanchez-Gonzalez, J., Veaulin, T., 2015. La Consommation des Ménages en Services - Note méthodologique - Système français de comptabilité nationale, Mise à jour base 2010.
- Kallis, G., 2011. In defence of degrowth. Ecological Economics 70, 873 – 880.
doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.12.007>
- Kergueris, J., 2002. Les déterminants de l'investissement (Rapport d'information No. 35). Délégation du Sénat pour la planification, Paris.

- Kergueris, J., Saunier, C., 2005. La hausse des prix du pétrole : une fatalité ou le retour du politique (Rapport d'information No. 105). Délégation du Sénat pour la planification.
- Lacour, S., Joumard, R., 2002. Parc, usage et émissions des véhicules routiers en France de 1970 à 2020, Rapport INRETS. Bron.
- Latouche, S., 2007. Décroissance, plein emploi et sortie de la société travailliste, in: *Décroissance et travail*, Entropia, revue d'étude théorique et politique de la décroissance. Parangon, Lyon, p. 224.
- Lemoine, B., 2011. Les valeurs de la dette, L'État à l'épreuve de la dette publique (Économie, Organisation et Société). École nationale supérieure des mines de Paris, Paris.
- Leontief, W., 1973. Structure of the world economy - Outline of a simple input-output formulation.
- Louvot, C., 2004. Les échanges de la France avec l'extérieur en 2003, Dégradation des soldes extérieurs. INSEE Première 4.
- Mauss, M., 2002. The gift: the form and reason for exchange in archaic societies, Routledge classics. Routledge, London.
- Max-Neef, M.A., Elizalde, A., Hopenhayn, M., 1991. Human scale development: conception, application and further reflections. The Apex Press, New York.
- Merton, R.K., 1968. Social theory and social structure, Enlarged ed., [Nachdr.]. ed. Free Press, New York, NY.
- Michels, R., Jankélévitch, S., 2009. Les partis politiques : Essais sur les tendances oligarchiques des démocraties. Université de Bruxelles, Bruxelles.
- Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie, 2010. Enquête nationale transports et déplacements (ENTD) 2008 : résultats [WWW Document]. Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie. URL <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/transports/s/transport-voyageurs-deplacements.html> (accessed 11.4.15).
- Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie, 2004. Indicateurs & Indices : Empreinte carbone [WWW Document]. Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie. URL <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/indicateurs-indices/f/1932/1328/empreinte-carbone.html> (accessed 11.4.15).
- Morel à Lhuissier, P., 2006. Du télétravail au travail mobile, Un enjeu de modernisation de l'économie française, Collection des rapports officiels. La Documentation française, Paris.
- Nicolas, M., Robert, M.-J., 2008. Evolution et portrait des bénéficiaires de l'allocation aux adultes handicapés. L'essentiel de la Caisse nationale d'allocations familiales 1–4.
- Nicoulaud, G., 2011. Déficit de la balance commerciale ? Et alors ? | Contrepoints. Contrepoints, le nivellement par le haut.
- Norotte, M., Morin, P., Venet, G., 1987. Le comportement d'investissement des entreprises françaises : analyses et problèmes. Économie & prévision 80, 5–50. doi:10.3406/ecop.1987.4997
- O'Neill, D.W., 2012. Measuring progress in the degrowth transition to a steady state economy. Ecological Economics 84, 221–231. doi:10.1016/j.ecolecon.2011.05.020
- OCDE, 2009. La mesure du capital: manuel de l'OCDE. OCDE, Paris.
- Organisation de coopération et de développement économiques, 2001. La mesure du capital: manuel de l'OCDE : la mesure des stocks de capital, de la consommation de capital fixe et des services du capital. OCDE, Paris.
- Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 2012. Pertes et gaspillages alimentaires dans le monde: ampleur, causes et prévention : étude menée pour le Congrès international SAVE FOOD ! à Interpack 2011, Düsseldorf, Allemagne. FAO, Rome.
- Organisation mondiale du commerce, 2011. Statistiques du commerce international - Commerce des marchandises [WWW Document]. Organisation mondiale du commerce. URL https://www.wto.org/french/res_f/statis_f/its2011_f/its11_merch_trade_product_f.htm (accessed 11.3.15).
- Pamies-Sumner, S., 2005. Peut-on mieux comprendre l'évolution récente des exportations françaises, une analyse économétrique (Document de travail). Ministère de l'économie, des finances et de l'industrie, Paris.
- Polanyi, K., 1983. La grande transformation: aux origines politiques et économiques de notre temps. Gallimard, Paris.
- Rainelli, P., 1967. Le coefficient de capital : notions générales et application en agriculture. Économie rurale 72, 23–36. doi:10.3406/ecoru.1967.1970
- Réseau Action Climat France, 2013. Les émissions importées, Le passager clandestin du commerce mondial. RAC France, ADEME, CITEPA, Paris.
- Ricroch, L., Roumier, B., 2011. Depuis 11 ans, moins de tâches ménagères, plus d'Internet. INSEE Première 4.

- Roques, M., 2004. Chômage et santé psychologique : synthèse et perspective, in: *Psychologie sociale appliquée : Emploi, Travail, Ressources humaines*. In Press, Paris, pp. 55–73.
- Sautard, R., Tazi, A., Thubin, C., 2014. Quel positionnement « hors-prix » de la France parmi les économies avancées ? *Trésor-éco* 8.
- Schumacher, E.F., 1974. *Small is beautiful: a study of economics as if people mattered*. Abacus, London.
- Sermet, C., Khlal, M., 2004. La santé des chômeurs en France : revue de la littérature. *Revue d'Épidémiologie et de Santé Publique* 52, 465–474. doi:10.1016/S0398-7620(04)99082-7
- SIDLER, O., 2009. Connaissance et maîtrise des usages spécifiques de l'électricité dans le secteur résidentiel (Note technique No. 090401). ENERTECH, Felines sur Rimandoule.
- STIGLITZ, J.E., SEN, A., FITOUSSI, J.-P., 2009. Rapport de la Commission sur la mesure des performances économiques et du progrès social (rapport public). Ministère de l'économie, de l'industrie et de l'emploi français.
- Théré, C., 2008. Le Tableau économique de François Quesnay [WWW Document]. Archives de France. URL <http://www.archivesdefrance.culture.gouv.fr/action-culturelle/celebrations-nationales/2008/sciences-et-techniques/le-tableau-economique-de-francois-quesnay> (accessed 11.5.15).
- Trainsnel, J.-P., Joliton, D., Laurent, M.-H., Caffiaux, S., Mazzenga, A., 2010. Habitat facteur 4, Etude d'une réduction des émissions de CO2 liées au confort thermique dans l'habitat à l'horizon 2050, IDDRI, ed, Les cahiers du CLIP. Paris.
- Trainsnel, J.-P., Maizia, M., Roditi, D., 2004. Habitat et développement durable, les perspectives offertes par le solaire thermique, IDDRI, ed, Les cahiers du CLIP. Paris.
- Traité sur le fonctionnement de l'Union Européenne (version consolidée), 2012.
- Tukker, A., Butter, M., 2007. Governance of sustainable transitions: about the 4 (0) ways to change the world. *Journal of Cleaner Production* 15, 94–103.
- Verbong, G., Loorbach, D. (Eds.), 2012. *Governing the energy transition: reality, illusion or necessity?*, Routledge studies in sustainability transitions. Routledge, New York, NY.
- Victor, P.A., 2008. *Managing Without Growth. Slower by Design, not Disaster*. Edward Elgar Publishing.
- World Health Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nations, United Nations University, 2004. Human energy requirements: report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation, 17-24 October 2001, FAO food and nutrition technical report series. United Nations Univ. [u.a.], Rome.
- WTRG Economics, 2011. Oil Price History and Analysis [WWW Document]. WTRG. URL <http://www.wtrg.com/prices.htm> (accessed 11.6.15).
- Yang, Z., Norton, E.C., Stearns, S.C., 2003. Longevity and health care expenditures: the real reasons older people spend more. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci* 58, S2–10.

Chapitre 5 – Mise en œuvre du modèle : simulations et résultats

Nous avons décrit, dans le chapitre précédent, les hypothèses de travail et les caractéristiques principales de l'outil de modélisation conçu et développé pour cette recherche. Nous proposons à présent de l'exploiter pour explorer différentes visions de futurs possibles, diverses trajectoires sociétales envisageables, traduites sous la forme de scénarios. L'objectif est de mettre ainsi en lumière certaines de leurs implications socio-économiques ou environnementales potentielles, et quelques-unes des questions que ces visions soulèvent.

1. Un scénario « témoin » : l'Histoire figée et l'impasse de l'inaction

Pour commencer, examinons le comportement du modèle à travers un scénario « par défaut »³⁵⁵, c'est-à-dire reprenant les hypothèses de modélisation par défaut présentées au chapitre précédent, et conservant, pour la plupart des paramètres exogènes, la configuration de l'année de base des simulations (année 2010, ou dernière année pour laquelle les valeurs étaient disponibles). La démographie constitue ici le principal facteur d'évolution du système. Il s'agit en quelque sorte d'un scénario à technologie, à comportements (notamment de consommation), à organisation sociale, et à choix institutionnels figés, dont l'intérêt est purement didactique. Il fait office de point de repère, de « scénario témoin » et constitue une base à partir de laquelle nous déclinerons différentes variantes par la suite. Les hypothèses principales de ce scénario sont résumées dans le tableau 13 ci-dessous. Les résultats de la simulation correspondante sont synthétisés dans le tableau 14 et le tableau 15.

³⁵⁵ Bien que largement répandue dans le vocabulaire des exercices prospectifs pour qualifier des scénarios tendanciels, l'expression « *Business As Usual* » (BAU) peut prêter à confusion. Celle-ci peut par exemple renvoyer tantôt à une poursuite des tendances générales *résultantes* d'un système (c'est souvent le taux de variation des paramètres qui est extrapolé plutôt que leur niveau) ; tantôt à une hypothèse de maintien des logiques (comportementales, etc.) *sous-tendant* l'évolution passée du système. Dans le deuxième cas, l'hypothèse n'exclut alors pas une inflexion des tendances *résultantes* du système en réaction à un environnement changeant. Par exemple, suivant la perspective adoptée, un scénario de « croissance verte » peut être considéré : ou bien comme volontariste en comparaison avec un scénario de croissance « non verte » ; ou alors comme scénario « *Business as Usual* » dans la mesure où il peut être analysé comme une stratégie « normale » de réaction et d'adaptation d'un système socio-économique capitaliste à l'évolution de son environnement (milieu environnemental, contexte économique et juridique global, normes et valeurs, etc.), c'est-à-dire une stratégie qui reposerait sur les mêmes logiques que celles qui ont sous-tendu ses évolutions antérieures (accumulation, maximisation du profit, etc.). Compte tenu des différentes prénotions susceptibles d'être attachées à l'expression « *Business As Usual* » (BAU), et d'induire une interprétation erronée, nous éviterons de l'employer ici.

Tableau 13-Hypothèses principales du scénario "par défaut"

Hypothèses du Scénario « par défaut »		
Démographie et ménages		<ul style="list-style-type: none"> - Hypothèses centrales de l'INSEE pour la fécondité, l'espérance de vie, l'immigration - Hypothèse de vieillissement à état de santé constant par âge - Taille moyenne des ménages à âge et sexe donnés constante (valeurs de 2005 recalées sur la valeur moyenne de 2010)
Analyse entrées-sorties		- Coefficients techniques constants (valeur de 2010)
Demande finale	Consommation finale effective des ménages	<ul style="list-style-type: none"> - Consommations par personne ou par ménage (suivant les postes, cf. <i>chapitre 4</i> Tableau 4) constantes, taux d'équipements constants, durées de vie des équipements constantes
	Investissement (FBCF)	<ul style="list-style-type: none"> - Intensités capitalistiques des branches constantes pour les différents types d'actifs - durées de vie des actifs constantes
	Echanges extérieurs	<ul style="list-style-type: none"> - Taux d'importation constants pour les différents emplois finals (consommation, FBCF, exportation) - Le niveau des exportations évolue proportionnellement au niveau des importations pour chaque produit (proportions des années 2010 et 2011)
Population active, « productivité apparente » et durée du travail		<ul style="list-style-type: none"> - Taux d'activité par âge et sexe constants (valeur de 2013) - « productivité apparente » du travail constante pour chaque branche (Valeurs 2012) - Durée annuelle moyenne de travail par personne constante pour chaque branche (valeurs de 2012), - proportion d'emplois à temps partiel constante pour chaque branche - Salaire horaire moyen constant pour chaque branche (valeurs de 2012)
Budget Public		<ul style="list-style-type: none"> - Système fiscal et taux d'imposition inchangés (sauf exception, par exemple : disparition de la CRDS en 2017) - Les dépenses publiques des différents postes sont constantes au niveau de 2013 ou évoluent selon les hypothèses par défaut (cf. <i>chapitre 4</i>, Tableau 12) - Taux de référence sur les bons du trésor et OAT à 5 ans : 1.2% (valeur 2012, historiquement basse, soit un taux d'intérêt sur la dette publique brute ~ 2.3%)
Impacts biophysiques	Agriculture, Industries, Services, Branches énergie	<ul style="list-style-type: none"> - Intensité énergétique constante pour chaque branche (valeurs moyennes sur 2009-2011) - Intensité en émissions de polluants atmosphériques constante pour chaque branche (valeurs de 2010) - Intensités en production de différents types de déchets constantes pour chaque branche (valeurs de 2010) - Intensités des différents usages de l'eau constantes pour chaque branche (valeur de 2009)
	Transport	<ul style="list-style-type: none"> - Mobilités locale et longue distance (nombre de déplacements par personne, par CSP ou par âge, et distance des déplacements) constantes (valeurs ENTD 2008) - Parts modales en fonction de la distance des déplacements constantes - Taux d'occupation des véhicules constants - Consommations unitaires des modes de transport constantes pour chaque mode et pour chaque type d'énergie
	Résidentiel	<ul style="list-style-type: none"> - Part des ménages ayant une résidence secondaire constante - Proportion « Maisons individuelles/logements en immeubles collectifs » constante pour les constructions neuves - Consommations unitaires de chauffage constantes pour chaque type et époque de bâtiment ; les consommations unitaires de chauffage de tous les bâtiments neufs d'après 2012 sont supposés s'ajuster à 40kWh/m²/an (plafond de la RT2012 ~50kWh/m²/an). - Consommations d'ECS et cuisson constantes par personne à taille de ménage donnée - Mix énergétique de chauffage et d'ECS supposé identique à celui des bâtiments de la période 1999-2011. - Les consommations d'électricité spécifique évoluent selon les hypothèses par défaut (cf. <i>chapitre 4</i>, Tableau 10.), les consommations énergétiques des différents équipements sont supposées constantes

Tableau 14 - Résultats des simulations du scénario "par défaut" - Indicateurs socioéconomiques

Résultats du scénario « par défaut » – Indicateurs socioéconomiques –					
Indicateur		Valeur en 2010	Valeur en 2035	Valeur en 2060	Variation 2060/2010
Population	[Millions]	64.6	71.5	75.5	+17%
Nombre de ménages	[Millions]	28	32.6	35.0	+25%
Population active	[Millions]	29.6	29.7	30.7	+3.7%
Taux d'activité global (pop. active /pop. totale)		0.46	0.42	0.41	-11%
Consommation effective finale agrégée (ménages et APU)	[Mds€2010]	1604	1811	1938	+21%
Valeur Ajoutée totale (PIB)	[Mds€2010]	1801	2047	2186	+21%
Demande totale d'heures travaillées	[Mds d'heures]	40.1	44.2	47.5	+18%
Nombre d'emplois	[Millions]	26.8	29.5	31.8	+19%
Taux de chômage		9%	0.7%	0%	-139%
		(déficit de main d'œuvre)			
Solde budgétaire public	[Mds€2010]	-136	-134	-188	+40%
Solde budgétaire public primaire (hors intérêts sur la dette publique)	[Mds€2010]	-85	-66	-73	-13%
Dette publique brute	[Mds€2010]	1512	3039	5109	+238%
Ratio Dette/PIB		84%	148%	234%	+179%

Tableau 15 - Résultats des simulations du scénario "par défaut" - Indicateurs environnementaux

Résultats du scénario « par défaut » – Indicateurs environnementaux –				
Catégorie d'indicateur		Indicateur	Valeur en 2060	Variation 2060/2010
Energie		Consommation d'énergie (approche empreinte)	[Mtep/an] 347	+14%
		Consommation d'énergie (approche territoire)	[Mtep/an] 299	+12%
		Empreinte énergie par personne	[tep/pers./an] 4.61	-2.5%
Emissions de Polluants atmosphériques (Approche empreinte)	Substances relatives à l'acidification, l'eutrophisation et à la pollution photochimique	Oxydes de soufre (SO _x)	[kt/an] 580	+15%
		Oxydes d'azote (NO _x)	[kt/an] 1562	+15%
		Ammoniac (NH ₃)	[kt/an] 759	+11%
		Indicateur « Acide équivalent » (Aeq)	[kt/an] 96.7	+13%
		Monoxyde de carbone (CO)	[kt/an] 5409	+9%
		Composés organiques volatils autres que le méthane (COVNM)	[kt/an] 1522	+15%
	Substances relatives à l'accroissement de l'effet de serre	Méthane (CH ₄)	[kt/an] 4882	+15%
		(et CH ₄ en équivalent carbone)	[MtCO ₂ eq/an] 102	
		Oxyde nitreux (N ₂ O)	[kt/an] 222	+12%
		(et N ₂ O en équivalent carbone)	[MtCO ₂ eq/an] 66.9	
		Dioxyde de carbone (CO ₂)	[Mt/an] 590	+14%
		Hydrofluorocarbones (HFC)	[MtCO ₂ eq/an] 19.3	+22%
		Perfluorocarbones (PFC)	[MtCO ₂ eq/an] 1.09	+20%
		Hexafluorure de soufre (SF ₆)	[MtCO ₂ eq/an] 1.72	+21%
		Pouvoir de Réchauffement Global (PRG)	[MtCO ₂ eq/an] 749	+14%
		PRG moyen par personne	[tCO ₂ eq/pers/an.] 9.93	-2.4%
		PRG cumulé sur la période 2010-2060	[GtCO ₂ eq/an] 35.3	
		PRG cumulé moyen par personne	[tCO ₂ eq/pers/an.] 498	
	Particules en suspension	Particules inférieures à 10µm (PM ₁₀)	[kt/an] 345	+4.1%
		Particules inférieures à 2.5µm (PM _{2.5})	[kt/an] 388	-2.8%
	Usages de l'eau (approche empreinte)	Eau Bleue	[10 ⁹ m ³ /an] 24	+14%
		Eau Verte	[10 ⁹ m ³ /an] 84	+16%
		Eau Grise	[10 ⁹ m ³ /an] 23	+19%
	Production de déchets (approche empreinte)	Déchets non dangereux	[Mt/an] 376	+10%
		Déchets dangereux	[Mt/an] 12.7	+18%

Dans ce scénario « par défaut », la consommation finale totale augmente (+21% entre 2010 et 2060) essentiellement sous l'effet de la croissance de la population et du nombre de ménages (que le vieillissement de la population accélère sur la première moitié de la période (cf. *chapitre 4*, §3.2). La demande de travail augmente dans les mêmes proportions que la consommation, tandis que la population active reste à peu près stable (+3.7%) avec le départ en retraite des générations du « baby-boom ». Ceci conduit à une diminution progressive du taux de chômage, qui s'annule un peu avant 2040, les années suivantes étant caractérisées par un déficit de main d'œuvre (plus d'un million d'emplois non pourvus en 2060).

En ce qui concerne les finances publiques, les recettes évoluent à la hausse, en suivant la croissance de la production et de la consommation, dont elles dépendent pour l'essentiel. Les dépenses publiques augmentent également, leur dynamisme étant en grande partie imputable à l'impact du vieillissement de la population sur les dépenses de santé (qui progressent de 36% entre 2010 et 2060) et surtout de protection sociale (poste vieillesse et survivants avec les retraites : +62% soit +180Mds€) ; impact qui s'atténue toutefois légèrement après 2040. S'y ajoute également le poids de plus en plus conséquent des intérêts de la dette (+159% soit +71Mds€), malgré un taux d'intérêt historiquement modéré voire faible. En effet, le solde budgétaire, déficitaire dès les premières années, se dégrade encore continuellement à partir de 2022 pour atteindre près de -190Mds€ à l'horizon 2060 (le solde primaire, c'est-à-dire les intérêts de la dette non pris en compte, se stabilise quant à lui vers 2045 autour de -76Mds€.). Le cumul de ces déficits résulte en une augmentation soutenue de la dette publique brute au sens de Maastricht (+238%), qui atteint près de 235% du PIB à la fin de la période simulée.

Enfin, les indicateurs environnementaux reflètent quasiment tous, sans surprise, une augmentation des impacts anthropiques. A l'exception des particules fines $PM_{2.5}$, seuls les indicateurs ramenés à la personne évoluent très légèrement à la baisse (empreinte énergie et GES par personne : -2.5%), du fait, en particulier, du renouvellement partiel du parc immobilier (dont les éléments neufs sont supposés respecter la réglementation thermique de 2012).

2. Un scénario à « évolutions techniques tendancielle »

Ces premiers résultats de simulation mettent essentiellement en évidence le rôle des facteurs démographiques. Repartons à présent de ce scénario *par défaut*, et déverrouillons cette fois les paramètres techniques, pour les faire évoluer tendanciellement. Nous faisons référence ici essentiellement aux paramètres relatifs aux processus de production (intensités capitalistiques et productivité horaire apparente du travail³⁵⁶), et à l'intensité des impacts environnementaux (intensité énergétique et émissive des productions, et efficacité énergétique des équipements). Il s'agit en quelque sorte d'un scénario à comportements et choix institutionnels figés, mais à *évolution technique tendancielle*. Le tableau 16 résume les hypothèses caractéristiques qui différencient ce scénario du premier. Les principaux résultats sont résumés dans le tableau 17 et le tableau 18.

Tableau 16 - Hypothèses caractéristiques du scénario "évolutions techniques tendancielle "

Hypothèses caractéristiques du Scénario « Evolutions techniques tendancielle »		
Demande finale	Investissement (FBCF)	-Les intensités capitalistiques globales des branches de production évoluent, pendant les 10 premières années de la simulation, au rythme annuel moyen observé pour chaque branche sur la période 1990-2014 puis ces taux d'évolution convergent linéairement vers une valeur nulle jusqu'en 2035.
« productivité apparente » et durée du travail, salaires		- La productivité horaire apparente du travail évolue au taux annuel moyen observé pour chacune des branches sur la période 1990-2013 (en moyenne ~+1.6%/an, le taux étant négatif sur cette période pour certaines branches comme l'enseignement, les activités administratives ou l'hébergement médico-social et social et l'action sociale). -Le salaire horaire évolue pour chaque branche avec la productivité horaire apparente du travail
Impacts biophysiques	Agriculture, Industries, Services, Branches énergie	- Taux d'amélioration de l'intensité énergétique égal au taux moyen observé en France pour chaque branche sur la période 1996-2012 (Nota : taux d'évolution positifs remplacés par zéro : seules les « améliorations » sont prises en compte). - Taux d'amélioration de l'intensité en émissions de polluants atmosphériques égal au taux moyen observé pour chaque branche sur la période 1995-2011 (Nota : taux d'évolution positifs remplacés par zéro : seules les « améliorations » sont prises en compte ³⁵⁷) - Les intensités énergétiques et émissives des pays d'importation évoluent aux mêmes taux qu'en France
	Transport	- Les consommations unitaires des modes de transport suivent un taux d'amélioration de 0.9% par an (valeur moyenne pour le parc automobile sur la période 1990-2012 (Commissariat général au développement durable, 2015b, p. 9).
	Résidentiel	- Les consommations unitaires de chauffage dans le neuf sont divisées par 2 (20kWh/m ²) pour les bâtiments construits après 2025 - Les consommations de chauffage du parc construit avant 1990 diminuent de 1% par an (rénovations thermiques des bâtiments) - Les consommations finales d'énergie pour l'ECS par personne et à taille de ménage donné sont réduites de 30% à l'horizon 2060 -Les consommations unitaires d'électricité des équipements du foyer diminuent de 1% par an (~-40% d'ici 2060)*. *(hypothèse plus arbitraire que tendancielle : pour certains types d'équipement la tendance pouvant être plutôt à la hausse des consommations unitaires)

³⁵⁶ La simple projection tendancielle de l'évolution de chaque coefficient technique du tableau entrées-sorties ne nous paraît pas pertinente, nous maintenons donc ceux-ci constants dans cette simulation. En pratique toutefois, ces coefficients sont impactés par les évolutions techniques, et ne sont pas indépendants des intensités capitalistiques ou de la productivité du travail. Il s'agit d'un scénario à visée purement didactique ici aussi.

³⁵⁷ Pour certaines branches, les taux d'évolution de l'intensité émissive en certains polluants atmosphériques sur la période 1995-2012 sont positifs et non négligeables. C'est en particulier le cas pour les hydrofluorocarbones (HFC), dont les émissions, bien qu'encore relativement faibles à l'heure actuelle par rapport à celles d'autres gaz à effet de serre (dioxyde de carbone ou méthane), ont fortement cru au cours des 20 dernières années. La projection tendancielle obtenue en conservant ces taux positifs conduit à une envolée « exponentielle » démesurée de ces émissions et du potentiel de réchauffement global. Nous ne prenons donc en compte que les taux d'évolution négatifs des intensités émissives pour le scénario présenté ici. Il s'agit donc d'une prolongation des tendances « optimistes ».

Tableau 17 - Résultats du scénario "évolutions techniques tendancielles" - Indicateurs socioéconomiques

Résultats du scénario « évolution technique tendancielle » – Indicateurs socioéconomiques –					
Indicateur		Valeur en 2010	Valeur en 2035	Valeur en 2060	Variation 2060/2010
Consommation effective finale agrégée (ménages et APU)	[Mds€2010]	1604	1801	1915	+19%
Valeur Ajoutée totale (PIB)	[Mds€2010]	1801	2057	2197	+22%
Demande totale d'heures travaillées	[Mds d'heures]	40.1	36.6	36.5	-9%
Nombre d'emplois	[Millions]	26.9	24.8	25.1	-6.8%
Taux de chômage		9%	16.5%	18.3%	+103%
Solde budgétaire public	[Mds€2010]	-135.8	-193	-331	+144%
Solde budgétaire public primaire (hors intérêts sur la dette publique)	[Mds€2010]	-85	-116	-165	+94%
Dette publique brute	[Mds€2010]	1512	3423	7397	+389%
Ratio Dette/PIB		84%	166%	337%	+301%

Tableau 18 - Résultats du scénario "évolutions techniques tendancielles" - Indicateurs environnementaux

Résultats du scénario « évolution technique tendancielle » – Indicateurs environnementaux –				
Catégorie d'indicateur	Indicateur		Valeur en 2060	Variation 2060/2010
Energie	Consommation d'énergie (approche empreinte)	[Mtep/an]	242	-21%
	Consommation d'énergie (approche territoire)	[Mtep/an]	213	-20%
	Empreinte énergie par personne	[tep/pers./an]	3.2	-32%
Emissions de Polluants atmosphériques (Approche empreinte)	Oxydes de soufre (SO _x)	[kt/an]	50	-90%
	Oxydes d'azote (NO _x)	[kt/an]	371	-73%
	Ammoniac (NH ₃)	[kt/an]	754	+10%
	Indicateur « Acide équivalent » (Aeq)	[kt/an]	54	-37%
	Monoxyde de carbone (CO)	[kt/an]	2668	-46%
	Composés organiques volatils autres que le méthane (COVNM)	[kt/an]	774	-42%
	Méthane (CH ₄)	[kt/an]	2163	-49%
	(et CH ₄ en équivalent carbone)	[MtCO ₂ eq/an]	45.4	
	Oxyde nitreux (N ₂ O)	[kt/an]	199	+1%
	(et N ₂ O en équivalent carbone)	[MtCO ₂ eq/an]	61.1	
	Dioxyde de carbone (CO ₂)	[Mt/an]	281	-46%
	Hydrofluorocarbones (HFC)	[MtCO ₂ eq/an]	17.6	+11%
	Perfluorocarbones (PFC)	[MtCO ₂ eq/an]	0.30	-67%
	Hexafluorure de soufre (SF ₆)	[MtCO ₂ eq/an]	1.01	-29%
	Pouvoir de Réchauffement Global (PRG)	[MtCO ₂ eq/an]	383	-42%
	PRG moyen par personne	[tCO ₂ eq/pers/an.]	5.1	-50%
	PRG cumulé sur la période 2010-2060	[GtCO ₂ eq/an]	24.4	
	PRG cumulé moyen par personne	[tCO ₂ eq/pers/an.]	337	
	Particules en suspension			
	Particules inférieures à 10µm (PM ₁₀)	[kt/an]	185	-44%
	Particules inférieures à 2.5µm (PM _{2.5})	[kt/an]	277	-31%
Usages de l'eau (approche empreinte)	Eau Bleue	[10 ⁹ m ³ /an]	22.5	+5%
	Eau Verte	[10 ⁹ m ³ /an]	83.7	+16%
	Eau Grise	[10 ⁹ m ³ /an]	22.9	+18%
Production de déchets (approche empreinte)	Déchets non dangereux	[Mt/an]	371	+9%
	Déchets dangereux	[Mt/an]	12.6	+18%

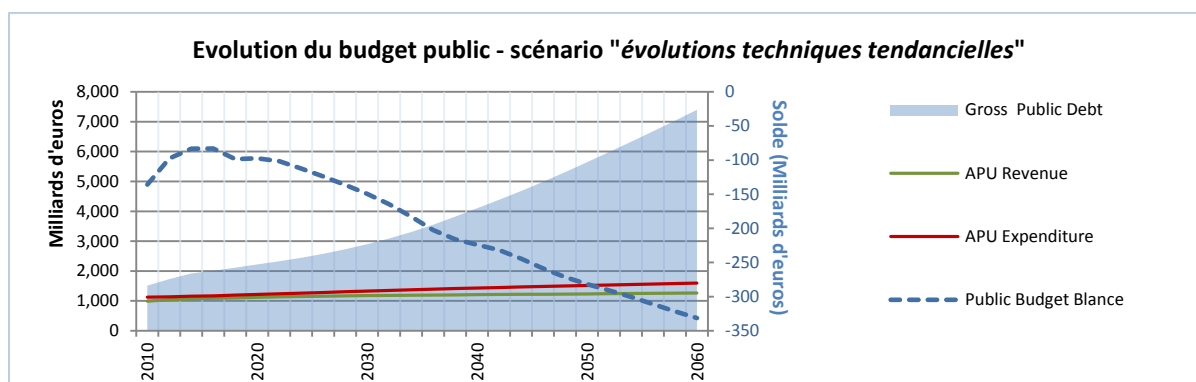


Figure 81 - Evolution des finances publiques - Scénario "évolutions techniques tendanciennes"

A la différence du premier scénario, l'augmentation de la productivité dans la majorité des branches de production engendre ici une diminution de la demande totale de travail. Celle-ci, en l'absence d'évolution du temps de travail par personne, se traduit par un doublement du taux de chômage, qui atteint 18% vers 2045. Cette hausse du chômage se répercute sur les dépenses publiques de protection sociale, en particulier celles des postes « chômage » (jusqu'à +7.3Mds€ en 2045), et surtout « autres dépenses incluant le RSA » (+41Mds€ soit +204%), du fait notamment de la cristallisation du « marché du travail » en contexte de chômage élevé (augmentation des taux de persistance), qui se traduit par un glissement vers du chômage longue durée. Ces dépenses supplémentaires venant alors accentuer le déficit public, et conduisant à une augmentation soutenue de la dette publique (+389% entre 2010 et 2060), qui dépasse 335% du PIB en fin de simulation (Figure 81).

Notons au passage la sensibilité du modèle à l'évolution de la productivité horaire du travail : en prenant comme hypothèse d'évolution de la productivité les taux annuels moyens de la période 1980-2013 (+2%/an en moyenne) à la place de ceux de 1990-2013 (+1.6%/an en moyenne), le taux de chômage dépasserait 26% (Figure 82).

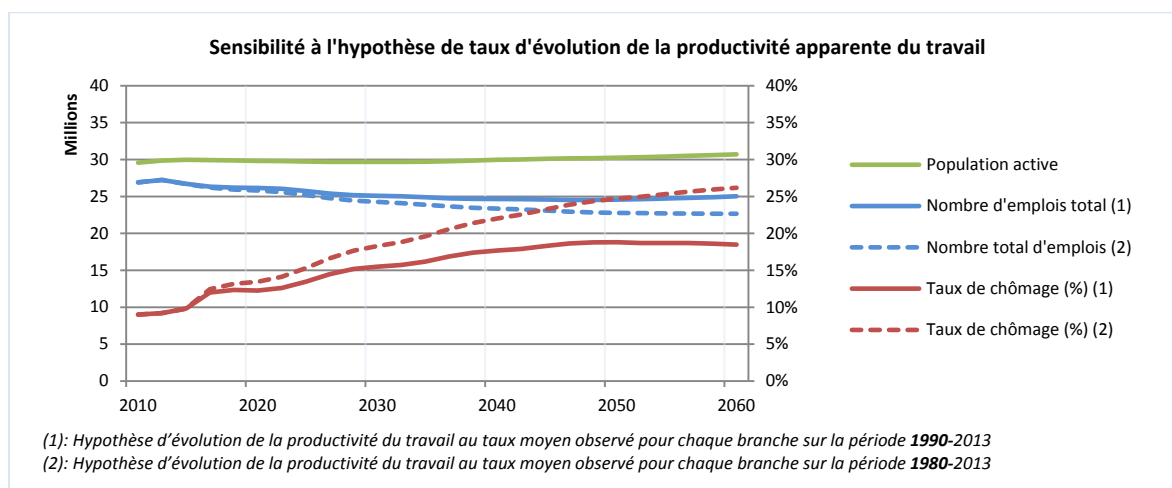


Figure 82 - Sensibilité du taux de chômage à l'évolution de la productivité horaire apparente du travail

En ce qui concerne les indicateurs d'impacts environnementaux, les gains tendanciels d'efficacité énergétique se traduisent par une diminution de l'empreinte énergétique par personne (-32% entre 2010 et 2060), de l'intensité énergétique du PIB (-35% en approche empreinte), et plus généralement de la consommation totale en énergie finale (-21%). Dans l'ensemble, les émissions de polluants atmosphériques et notamment les émissions de gaz à effet de serre (-42% en approche empreinte) évoluent elles aussi à la baisse. L'empreinte

carbone par personne est réduite de moitié (5.1 tCO₂eq/pers./an). Aucune hypothèse technique particulière n'ayant été posée ici vis-à-vis des usages de l'eau et de la production de déchets, ces indicateurs évoluent encore à la hausse.

Que penser de ces indicateurs environnementaux ? Nous avons rappelé, au *chapitre 2* l'importance de définir des valeurs cibles ou des limites pour les différents indicateurs. Sur ce point, les travaux du GIEC offrent quelques repères sur une base scientifique en ce qui concerne les émissions de gaz à effet de serre. Les quelques 900 scénarios modélisés, collectés et évalués pour le 5^{ème} rapport d'évaluation permettent notamment, avec les précautions que le degré d'incertitude appelle, d'établir un lien probabiliste entre la quantité cumulée de gaz à effet de serre émise dans l'atmosphère à l'échelle mondiale au cours du siècle, et l'élévation possible des températures par rapport aux niveaux préindustriels. On peut ainsi en quelque sorte faire correspondre un (in)certain « budget carbone » mondial à la probabilité de maintenir l'évolution des températures en-dessous d'un seuil donné sur une période donnée³⁵⁸. Nos simulations se limitant au périmètre de la France, nous proposons ici de comparer nos résultats à des « budgets carbone » ramenés au nombre moyen de personnes sur une base égalitaire³⁵⁹, c'est-à-dire calculés simplement en divisant un budget carbone mondial par une population mondiale moyenne sur la période considérée. Le tableau 19 ci-dessous, construit à partir de (GIEC, 2014, p. 13) illustre ainsi la correspondance probabiliste que l'on peut établir, à partir des travaux du GIEC, entre une valeur moyenne de budget carbone par personne et une évolution des températures du globe sur la période 2011-2100.

Tableau 19 - Budgets carbone et probabilités d'impact climatique pour les scénarios du GIEC (5ème rapport)

Emissions cumulées de CO ₂ à l'échelle mondiale		Emissions cumulées rapportées au nombre moyen de personne ≡ Budget Carbone moyen égalitaire par habitant, en prenant l'hypothèse (basse) d'une population mondiale moyenne de 8.5Milliards de personnes sur la période 2011-2050 et 9.5Milliards sur la période 2011-2100		Probabilité de rester en-dessous d'une élévation de température au cours du 21 ^{ème} siècle par rapport à 1850-1900, (d'après les scénarios recueillis et évalués pour le 3 ^{ème} groupe de travail du 5 ^{ème} rapport du GIEC) (GIEC, 2014, pp. 12–14) La terminologie reprise ici est celle employée par le GIEC: <i>Probable</i> > 66% d'occurrence ; <i>Plus improbable que probable</i> <50% ; <i>Improbable</i> <33%.		
2011 à 2050	2011 à 2100	2011 à 2050	2011 à 2100			
[Gt CO ₂]	[Gt CO ₂]	[tCO ₂ / personne]	[tCO ₂ / personne]	2.0°C	3.0°C	4.0°C
550-1300	630-1180 ³⁶⁰	65-153	66-124	<i>Probable</i>	<i>Probable</i>	<i>Probable</i>
1260-1640	1870-2440	148-193	197-257	<i>Plus improbable que probable</i>		
1570-1940	3620-4990	185-228	381-525	<i>Improbable</i>	<i>Plus improbable que probable</i>	<i>Plus improbable que probable</i>
1840-2310	5350-7010	216-272	563-738		<i>Improbable</i>	

Nota : Pour resituer les enjeux, précisons qu'environ 150 GtCO₂eq ont été émises au niveau mondial au cours des quatre années écoulées depuis 2011. (Global Carbon Project, 2014)

³⁵⁸ La quantité de GES émise dans l'atmosphère n'est toutefois pas le seul paramètre impactant : la temporalité des émissions entre également en ligne de compte d'après les scénarios évalués.

³⁵⁹ Il s'agit de budgets carbone *égalitaires*, mais pas nécessairement *équitable*s. La notion d'équité inviterait par exemple à prendre en considération les conditions objectives d'existence des sociétés, notamment leurs contextes géographique et climatique (les régions tempérées comme la France se trouvant relativement privilégiées de ce point de vue), leur situation économique, ou peut-être encore les « responsabilités historiques », etc. Ce qui relève d'un débat politique éminemment complexe qui sort du cadre de cette étude.

³⁶⁰ Les scénarios de cette catégorie pour lesquels les émissions cumulées de la période 2011-2050 sont supérieures aux émissions cumulées de la période 2011-2100 suggèrent vraisemblablement la mise en place à grande échelle de technologies de capture et de stockage du carbone entre 2050 et 2100.

Si nous revenons à nos résultats de simulation, notre dernier scénario se traduisait par plus de 290 tCO₂eq d'émissions de GES cumulées par personne sur la période 2011-2050, et près de 340 tCO₂eq sur la période 2011-2060 : des valeurs sensiblement supérieures au budget carbone moyen mondial par habitant des scénarios pour lesquels l'élévation des températures reste « *probablement* » contenue en dessous de 4°C.

S'il est un point qui ressort de ces premières simulations, c'est que les perspectives offertes par ces scénarios d'immobilisme comportemental et institutionnel, que ce soit en termes d'indicateurs socio-économiques ou environnementaux, ne permettent guère *a priori* (du moins de notre point de vue) de les classer dans le champ du souhaitable et du soutenable. Nous proposons donc dans ce qui suit d'explorer d'autres trajectoires, visant à refléter certaines visions et stratégies proposées ou défendues par certains acteurs ou groupes d'acteurs, et pouvant impliquer, entre autres, des évolutions dans les modes de vie et de consommation des ménages.

3. Un scénario « croissance verte » : un pari technique

La première vision ou stratégie que nous explorons ici correspond plus ou moins à celle qui nous semble encore aujourd'hui dominer le débat politique français et sa représentation médiatique. En se tenant – quelque peu naïvement – au discours affiché, celle-ci repose pour l'essentiel sur la poursuite de la croissance de l'activité économique, envisagée et présentée à la fois comme instrument de résorption du chômage, comme source de recettes publiques, et comme accélérateur du « progrès technique » dont elle dépend également. L'innovation technologique tient ainsi un rôle critique dans cette stratégie somme toute « traditionnelle » : à la fois comme moteur et comme fruit de la croissance économique, mais également comme source espérée de solutions à l'épuisement des ressources naturelles et fossiles, et aux divers problèmes environnementaux ; ceux-ci étant perçus comme des problèmes d'ordre *technique*. Cette stratégie s'inscrit donc dans une optique technicienne, de gestion de la croissance et de l'innovation.

Nous en proposons ici une traduction possible (parmi une infinité de variations envisageables) sous la forme d'un scénario « *croissance verte* »³⁶¹. Dans ce scénario, les objectifs poursuivis prioritairement sont la diminution du taux de chômage et le respect des « critères de convergence de Maastricht »³⁶² concernant la situation des finances publiques, à savoir : un déficit annuel inférieur à 3% du PIB de l'année précédente, et une dette publique inférieure à 60% du PIB de l'année précédente. Ces objectifs sont atteints *via* la croissance de l'activité économique, qui repose sur plusieurs facteurs, en particulier :

- des évolutions qualitatives des produits (plus sophistiqués, complexes et coûteux), qui induisent une complexification des processus de production – lesquels nécessitent davantage de consommations intermédiaires et de capital productif (prolongeant ainsi les évolutions tendancielles, généralement à la hausse, des intensités capitalistiques sur la première moitié de la période),– et accélèrent l'obsolescence des équipements;

³⁶¹ Dans son sens commun, l'expression « croissance verte » semble en effet correspondre à la vision présentée. Citons par exemple (Schubert, 2012, p. 11): « *S'attaquer aux problèmes veut dire donner un prix aux biens environnementaux par la politique économique, tout en favorisant le progrès technique permettant d'économiser les ressources naturelles – on revient ain si aux enseignements de modèles de croissance. Le vocable « croissance verte » a été inventé pour expliquer cela : les actions en faveur de l'environnement ne sont pas forcément punitives, mais elles peuvent permettre de placer l'économie sur une nouvelle trajectoire technologique porteuse de grandes perspectives de croissance, même s'il y aura évidemment des coûts à supporter à court terme.* »

³⁶² Ces critères furent établis lors du traité de Maastricht, signé par les membres de l'Union européenne le 7 février 1992, et sont définis dans l'article 121 du traité instituant la Communauté Européenne. Ils s'adressent aux pays de (ou candidats à l'entrée dans) la zone euro. En plus de la limitation de la dette et du déficit publics, ces critères imposent la maîtrise de l'inflation, la stabilité du taux de change, et la convergence des taux d'intérêt. L'appréciation du non-respect de ces critères a été assouplie en mars 2005 : un dépassement « exceptionnel et temporaire » est désormais autorisé selon la situation économique et les réformes structurelles engagées par les pays (INSEE, 2015c).

- une augmentation du volume de consommation des ménages (croissance intensive), permise par l'augmentation tendancielle des gains de productivité (qui s'appuie sur l'innovation technique), et résultant conjointement de la poursuite de la tendance à l'individualisation des modes de vie (diminution de la taille moyenne des ménages sur la première moitié de la période), de l'augmentation des taux d'équipements, et de l'obsolescence accélérée des produits (obsolescence symbolique dans certains cas, obsolescence technique ou fonctionnelle dans d'autres) qui raccourcit leur durée de vie utile. Cet accélération de l'obsolescence technique est par ailleurs encouragée par un effet de « selection adverse »³⁶³ qui continue d'opérer malgré les possibilités d'échange d'informations entre consommateurs (ex : forums par internet, etc.), du fait du renouvellement rapide des produits ;
- une poursuite de l'extension de la sphère des activités professionnalisées et marchandisées (croissance extensive), qui se traduit notamment par une augmentation des services à la personne.

Les innovations technologiques sont par ailleurs supposées permettre des gains d'efficacité énergétique et des améliorations de l'intensité des impacts environnementaux à un rythme soutenu, globalement deux fois plus élevé que la tendance observée au cours des 20 dernières années. Les principales hypothèses de modélisation pour ce scénario « croissance verte » sont présentées dans le tableau 20. Les principaux résultats de la simulation sont rassemblés dans le tableau 21 et le tableau 22.

Tableau 20- Principales hypothèses caractéristiques du scénario "croissance verte"

Principales Hypothèses du Scénario « Croissance verte »	
Démographie et ménages	<ul style="list-style-type: none"> • Hypothèses centrales de l'INSEE pour la fécondité, l'espérance de vie, l'immigration • Hypothèse de gains d'espérance de vie en bonne santé • Evolution des choix de cohabitation dans la continuité de la tendance des dernières décennies : la taille moyenne des ménages à <i>âge et sexe donné</i> diminue de 6% entre 2015 et 2040 (soit -0.14 pers./ménage en moyenne, ce qui donne, en moyenne globale, 2.06 personnes par ménage en 2040 et 2.02 en 2060)
Analyse entrées-sorties	<ul style="list-style-type: none"> • Evolutions spécifiques d'une partie des coefficients techniques, définies à partir de l'analyse des tendances passées pour chaque branche, et d'estimations personnelles. Ces évolutions, qui restent limitées en amplitude, et que nous implémentons progressivement sur l'ensemble de la période 2015-2060, visent principalement à traduire : <ul style="list-style-type: none"> - des améliorations de l'efficacité énergétique des processus de production (diminution des coefficients techniques en produits énergétiques) ; - une poursuite limitée des processus de mondialisation et de concentration des activités (le dernier résultant d'une part de la logique de compétition propre aux économies capitalistes, et d'autre part motivé par la recherche d'économies d'échelle) ; ces deux aspects étant traduits par une augmentation des coefficients techniques de transport de plusieurs branches ; - une diffusion des technologies de l'information et de la communication au sein de la plupart des branches, induisant une augmentation des consommations intermédiaires en services spécialisés qui s'y rapportent (activités informatiques, services de télécommunication, etc.) ; - une augmentation (faible) des consommations intermédiaires de services financiers et d'assurance de certaines branches dont les intensités capitalistiques évoluent tendanciellement à la hausse sur la période 1990-2014 (nous prolongeons ces tendances sur la première moitié de la simulation) : hausse des besoins financiers pour les investissements, et davantage de capital à assurer ; - une complexification des produits et des processus de production qui nécessite de hauts degrés de spécialisation et des contrôles accrus : hausse de la plupart des consommations intermédiaires d'« activités spécialisées scientifiques et techniques » et d'« activités d'ingénierie, de contrôle et d'analyse technique » pour l'agriculture et pour plusieurs branches de l'industrie ; - un accroissement des dépenses publicitaires visant à stimuler la consommation des ménages, du fait de la compétition pour les parts de marché propre à la logique capitaliste (hausse des

³⁶³ L'effet de « sélection adverse », décrit par Akerlof (1970), peut se résumer de la manière suivante : sur un marché donné, des vendeurs peuvent profiter du manque d'information des acheteurs pour vendre des produits de mauvaise qualité (e.g. de faible durée de vie). Si une telle pratique se diffuse, les acheteurs deviennent méfiants, et la demande – ou du moins le prix que les acheteurs sont prêt à mettre dans le produit – diminue. Ceci entraîne l'éviction des produits de meilleure qualité, que les vendeurs refusent de vendre à bas prix : ne restent finalement sur le marché que des produits de mauvaise qualité.

		<p>consommations intermédiaires d'édition de certaines branches) ;</p> <ul style="list-style-type: none"> - un maintien de l'orientation vers une agriculture intensive et mécanisée (dont une partie en agriculture biologique). <p>Dans l'ensemble, ces évolutions continuent d'induire une légère augmentation des consommations intermédiaires : le ratio global « <i>consommations intermédiaires/production</i> » augmente en moyenne de 5% sur l'ensemble de la période 2010-2060. A titre de comparaison, ce ratio a crû d'environ 7% sur la période 1980-2014. En effet, si historiquement, l'évolution et la complexification des techniques a permis une augmentation des productions, elle a également eu pour effet d'introduire des quantités de plus en plus grandes de consommations intermédiaires dans les processus de production. Nous prolongeons ici cette tendance.</p>
Demande finale	Consommation finale effective des ménages	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation des consommations effectives en divers services et biens de consommation par personne ou par ménage, qui reflète des évolutions en volume (plus de produits) et en valeur (produits plus complexes et plus coûteux), et un maintien de l'obsolescence symbolique (renouvellement de la demande par effets de mode entretenus par le système publicitaire); • Poursuite de la croissance des taux d'équipements des ménages en électroménager, produits informatiques, etc. • Diminution progressive et temporaire de la durée de vie de certains produits (-10 à -15% suivant les équipements entre 2015 et 2030, puis retour à leur durée de vie initiale vers 2050); sont en particulier concernés les produits informatiques et appareils de communication (obsolescence accélérée liée à des évolutions technologiques rapides), et les biens sujets à saturation des taux d'équipement, par exemple : lave-linges, réfrigérateurs, etc. (renouvellement de la demande par obsolescence fonctionnelle). • Les dépenses de santé par personne et par an évoluent toutes au rythme annuel moyen attribuable au « progrès technique » et aux changements de pratiques sur la période 1992-2000 (+1.3% par an : (Dormont and Huber, 2012b)).
	Investissement (FBCF)	<ul style="list-style-type: none"> • Les intensités capitalistiques globales des branches évoluent au rythme tendanciel de la période 1990-2014 jusqu'en 2025, puis leur taux d'évolution converge vers une valeur nulle en 2035. • L'innovation accélère l'évolution technique des processus de production et par conséquent l'obsolescence d'une partie du capital fixe: la durée de vie des actifs de type TIC, logiciels et bases de donnée, R&D, machines et équipements divers est réduite (-10 à -20%) jusqu'en 2030 puis revient à sa valeur initiale vers 2050. La durée de vie des autres actifs reste constante.
	Echanges extérieurs	<p>Poursuite modérée de la tertiarisation de l'économie française :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les taux d'importation augmentent légèrement pour les produits industriels (taux multipliés par 1.05 à 1.07 en moyenne, et par 1.2 pour la métallurgie), et diminuent légèrement pour plusieurs branches de services (taux multiplié par 0.95 pour « activités informatiques et services d'information », « activités spécialisées, scientifiques et techniques », « activités juridiques, comptables, de gestion, d'architecture, d'ingénierie, de contrôle et d'analyses techniques ») • Le niveau des exportations évolue proportionnellement au niveau des importations pour chaque type de produit (proportions des années 2010 et 2011)
Population active, « productivité apparente » et durée du travail		<ul style="list-style-type: none"> • Taux d'activité par âge et sexe constants (valeur de 2013), après prise en compte du recul de l'âge moyen de la retraite lié à la réforme de 2010. • La productivité horaire apparente du travail évolue au taux annuel moyen observé pour chacune des branches sur la période 1990-2013 jusqu'en 2030, puis ce taux d'évolution annuel diminue linéairement jusqu'à 50% de sa valeur en 2060. • Durée annuelle moyenne de travail par personne constante pour chaque branche (valeurs de 2012), proportion d'emplois à temps partiel constante pour chaque branche • Le salaire horaire évolue pour chaque branche avec la productivité horaire apparente du travail
Budget Public		<ul style="list-style-type: none"> • Système fiscal et taux d'imposition inchangés par rapport à la configuration de 2013 (exception : disparition de la CRDS en 2017) • Les dépenses publiques des différents postes évoluent selon les hypothèses par défaut (cf. chapitre 4 Tableau 12.). Les taux de prise en charge des dépenses de santé et d'éducation par les APU restent inchangés. • Taux de référence sur les bons du trésor et OAT à 5 ans : 1.2% (valeur 2012, historiquement basse, soit un taux d'intérêt apparent sur la dette publique brute d'environ 2.3%, conjugué à un taux d'inflation de 2%)
Impacts biophysiques	Agriculture, Industries, Services, Branches énergie	<ul style="list-style-type: none"> • Taux d'amélioration de l'intensité énergétique égal à <i>deux fois</i> le taux moyen observé en France pour chaque branche sur la période 1996-2012 à partir de 2015 (Nota : <i>taux d'évolution positifs remplacés par zéro : seules les « améliorations » sont prises en compte</i>). • Taux d'amélioration de l'intensité en émissions de polluants atmosphériques égal à <i>deux fois</i> le taux moyen observé pour chaque branche sur la période 1995-2011 (Nota : <i>taux d'évolution positifs remplacés par zéro : seules les « améliorations » sont prises en compte</i>) • Les intensités énergétiques et émissives des pays d'importation sont supposées évoluer aux mêmes taux qu'en France • Diminution de 10% des intensités en production de différents types de déchets pour chaque branche d'ici 2060 • Diminution de 10% des intensités d'usages de l'eau pour chaque branche d'ici 2060

	Transport	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation de la mobilité longue distance pour motifs personnels (+20% d'ici 2060 pour visites à des parents ou amis, vacances, etc.) ; • Diffusion des pratiques de télétravail entre 2020 et 2040, celles-ci concernent 25% du temps de travail potentiellement réalisable en télétravail à partir de 2040 ; • Hormis l'impact du télétravail, la mobilité locale (en termes de nombre et de distance des déplacements) reste inchangée ; • Poursuite du phénomène d'urbanisation et densification des pôles urbains, développement des transports en communs urbains, et développement plus large des systèmes d'auto-partage et de location automobile à partir de 2030 : le taux d'équipement en véhicules particuliers continue d'augmenter légèrement jusqu'en 2025 (de 0.58 à 0.60 véhicules par personne en moyenne), puis décroît progressivement à partir de 2035 pour atteindre 0.45 véhicules par personne en 2060 ; • Croissance progressive des parts de ventes des véhicules électriques qui atteignent 80% des ventes de véhicules particuliers neufs en 2060 • Report modal progressif de 20% des déplacements locaux en automobile de moins de 20 km vers les transports collectifs urbains, et de 15% de ceux de moins de 10km vers le vélo électrique entre 2010 et 2060. Les parts modales restent inchangées pour les déplacements longue distance. • Les taux d'occupation des véhicules particuliers et des autres modes de transport sont maintenus constants • Les consommations unitaires des modes de transport suivent un taux d'amélioration annuel de 1.8% sur l'ensemble de la période (soit deux fois la valeur moyenne pour le parc automobile sur la période 1990-2012).
	Résidentiel	<ul style="list-style-type: none"> • La part des ménages ayant une résidence secondaire augmente progressivement (de 11.5% en 2010 à 15% en 2060); • La proportion « Maisons individuelles/logement en immeuble collectifs » est maintenue constante pour les constructions neuves ; • Rénovation thermique des logements anciens : réduction des consommations unitaires finales de chauffage : <ul style="list-style-type: none"> - logements construits avant 1974 : -50% pour les maisons individuelles et -66% pour les immeubles collectifs entre 2015 et 2035; - logements construits entre 1975 et 1981 : -33% entre 2030 et 2050; - logements construits entre 1982 et 1989 : -25% entre 2030 et 2050; - logements construits entre 1990 et 2011 : -20% entre 2040 et 2060. • Les consommations unitaires de chauffage des bâtiments construits entre 2012 et 2024 sont fixées à 40kWh/m²/an (plafond de la RT2012 ~50kWh/m²/an), celles des bâtiments construits entre 2025 et 2049 sont fixées à 5kWh/m²/an, et celles des bâtiments construits après 2050 sont supposées nulles. • Eau Chaude Sanitaire : Amélioration de l'efficacité énergétique des équipements: -35% de consommation en énergie finale par personne à taille de ménage donné entre 2010 et 2050, et contribution du solaire thermique à hauteur de 20% des besoins d'ici 2060 • Consommation en énergie finale pour la cuisson par personne constante à taille de ménage donné • Mix énergétique de chauffage et d'ECS du parc de logements construits après 2012 supposé identique à celui des bâtiments de la période 1999-2011. • Les consommations d'électricité spécifique évoluent avec l'équipement des ménages, conformément aux hypothèses décrites au <i>chapitre 4</i>, Tableau 10. Les consommations énergétiques finales <i>unitaires</i> des différents équipements sont par ailleurs supposées diminuer de 30% pour le matériel audiovisuel, le petit électroménager et les lave-linges, de 40% pour les réfrigérateurs et congélateurs, et de 50% pour l'éclairage entre 2015 et 2050. Le taux d'équipement des foyers en climatisation augmente entre 2015 et 2040, passant de 3.6% à 5%.

Tableau 21 - Résultats du scénario "croissance verte" - Indicateurs socioéconomiques

Résultats du scénario « Croissance verte » – Indicateurs socioéconomiques –					
Indicateur		Valeur en 2010	Valeur en 2035	Valeur en 2060	Variation 2060/2010
Population	[Millions]	64.6	71.5	75.5	+17%
Nombre de ménages	[Millions]	28	34.6	37.2	+33%
Population active	[Millions]	29.6	29.7	30.7	+3.7%
Taux d'activité global (pop. active /pop. totale)		0.46	0.42	0.41	-11%
Consommation effective finale agrégée (ménages et APU)	[Mds€2010]	1604	2037	2310	+44%
Valeur Ajoutée totale (PIB)	[Mds€2010]	1801	2388	2656	+47%
Demande totale d'heures travaillées	[Mds d'heures]	40.1	43.0	45.2	+13%
Nombre d'emplois	[Millions]	26.8	29.0	30.9	+15%
Taux de chômage		9%	2.3%	0%	-100%
			(faible déficit de main d'œuvre)		
Solde budgétaire public	[Mds€2010]	-136	-0.70	-40.5	-70%
Solde budgétaire public primaire (hors intérêts sur la dette publique)	[Mds€2010]	-85	40.4	-4.2	-95%
Dette publique brute	[Mds€2010]	1512	1760	1556	+2.9%
Ratio Dette/PIB		84%	74%	59%	-30%

Tableau 22 - Résultats du scénario "croissance verte" - Indicateurs environnementaux

Résultats du scénario « Croissance verte » – Indicateurs environnementaux –				
Catégorie d'indicateur	Indicateur		Valeur en 2060	Variation 2060/2010
Energie	Consommation d'énergie finale (approche empreinte)	[Mtep/an]	225	-26%
	Consommation d'énergie finale (approche territoire)	[Mtep/an]	203	-24%
	Empreinte énergie finale par personne	[tep/pers./an]	2.98	-37%
Emissions de Polluants atmosphériques (Approche empreinte)	Oxydes de soufre (SO _x)	[kt/an]	34	-93%
	Oxydes d'azote (NO _x)	[kt/an]	161	-88%
	Ammoniac (NH ₃)	[kt/an]	372	-46%
	Indicateur « Acide équivalent » (Aeq)	[kt/an]	26.4	-69%
	Monoxyde de carbone (CO)	[kt/an]	2068	-58%
	Composés organiques volatils autres que le méthane (COVNM)	[kt/an]	693	-48%
	Méthane (CH ₄)	[kt/an]	1016	-76%
	(et CH ₄ en équivalent carbone)	[MtCO ₂ eq/an]	21.3	
	Oxyde nitreux (N ₂ O)	[kt/an]	66.6	-66%
	(et N ₂ O en équivalent carbone)	[MtCO ₂ eq/an]	20.1	
	Dioxyde de carbone (CO ₂)	[Mt/an]	179	-65%
	Hydrofluorocarbones (HFC)	[MtCO ₂ eq/an]	18.5	+17%
	Perfluorocarbones (PFC)	[MtCO ₂ eq/an]	0.35	-62%
	Hexafluorure de soufre (SF ₆)	[MtCO ₂ eq/an]	1.2	-12%
	Pouvoir de Réchauffement Global (PRG)	[MtCO ₂ eq/an]	222	-67%
	PRG moyen par personne	[tCO ₂ eq/pers/an.]	2.94	-72%
	PRG cumulé sur la période 2010-2060	[GtCO ₂ eq/an]	19.8	
	PRG cumulé moyen par personne 2010-2060	[tCO ₂ eq/pers/an.]	286	
	Particules en suspension			
Usages de l'eau (approche empreinte)	Particules inférieures à 10µm (PM ₁₀)	[kt/an]	123	-63%
	Particules inférieures à 2.5µm (PM _{2.5})	[kt/an]	224	-44%
	Eau Bleue	[10 ⁹ m ³ /an]	22.3	+5%
Production de déchets du secteur productif (hors ménages) (approche empreinte)	Eau Verte	[10 ⁹ m ³ /an]	64.8	-11%
	Eau Grise	[10 ⁹ m ³ /an]	22.2	+14%
Production de déchets du secteur productif (hors ménages) (approche empreinte)	Déchets non dangereux	[Mt/an]	407	+19%
	Déchets dangereux	[Mt/an]	14.1	+32%

Dans les grandes lignes de ce scénario, la consommation finale moyenne par personne augmente de 23%, la consommation finale agrégée des ménages de 44%, et la valeur ajoutée totale de 47% sur l'ensemble de la période 2010-2060 (ce qui équivaut à un taux de croissance annuel moyen de 0.7-0.8%, la croissance étant toutefois plus forte sur la première moitié de la période que sur la seconde). Cette augmentation de l'activité économique sur-compense les gains de productivité apparente du travail, et se traduit par une augmentation progressive de la demande totale en heures travaillées (+13%) et du nombre d'emplois (+15%). Conjuguée aux départs en retraite des générations du « baby-boom », cette augmentation engendre une baisse marquée du taux de chômage qui passe sous les 3% avant 2035, puis continue de décroître pour s'annuler un peu avant l'horizon 2060 (Figure 83). Dans ce scénario, la croissance de l'activité repose toutefois en partie sur celle des secteurs où le travail à temps partiel est développé, comme le révèle la croissance légèrement plus marquée du nombre d'emplois que du nombre d'heures travaillées (la durée moyenne de travail par personne étant maintenue constante dans les hypothèses). Par conséquent, si le taux de chômage baisse, le taux de sous-emploi dans la population active évolue peu ici : il augmente même légèrement (de 5.7% en 2010 à 6.7% en 2060)³⁶⁴.

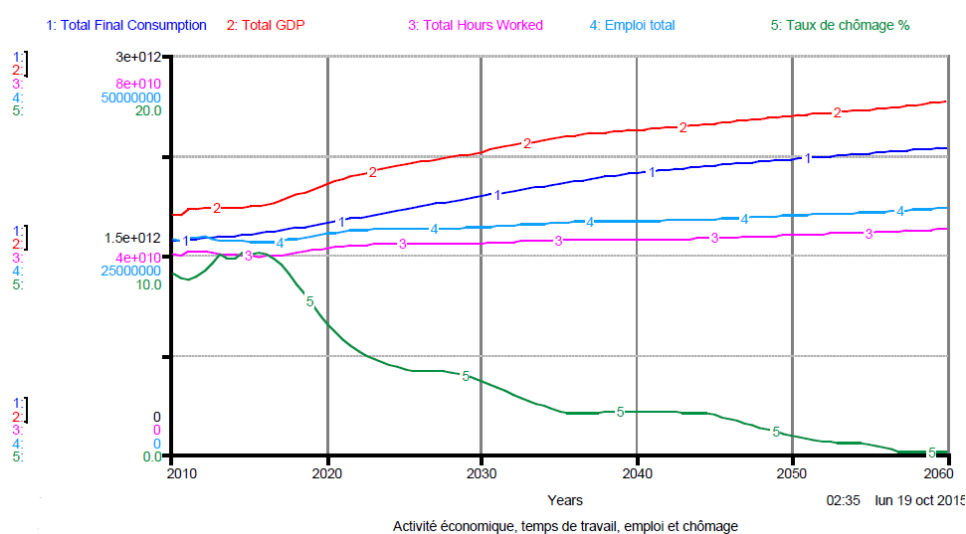


Figure 83 - Activité économique, travail, emploi, chômage - Scénario "croissance verte"

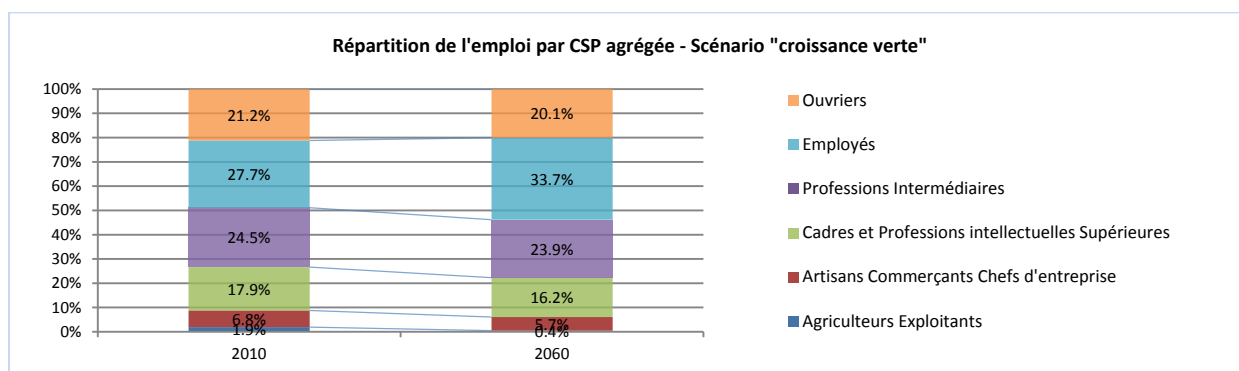


Figure 84 - Répartition de l'emploi par CSP agrégée - Scénario "croissance verte"

³⁶⁴ Notons qu'un accroissement supplémentaire de la consommation dans un tel scénario conduirait à un déficit de main d'œuvre en fin de période, sauf à supposer une augmentation des taux d'activité (report de l'âge de la retraite ou entrée plus précoce dans la vie active), de la durée du travail par personne, ou des taux annuels d'évolution de la productivité apparente du travail (ce qui est à l'opposé de la tendance observée au cours des dernières décennies).

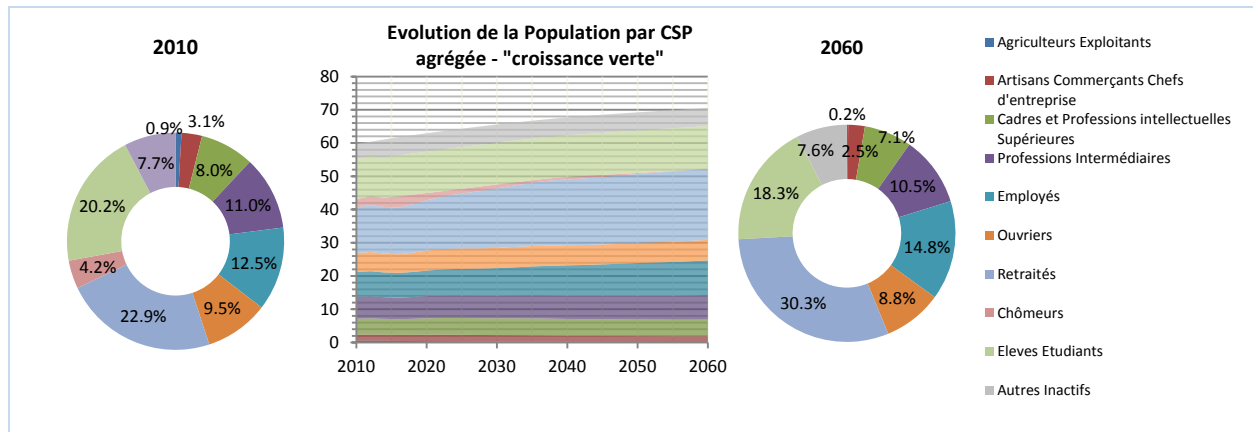


Figure 85 - Evolution de la population par CSP agrégée - Scénario "croissance verte"

Du côté des finances publiques, la croissance des recettes (+54% sur 2010-2060) engendrée par la hausse de l'activité économique permet de réduire fortement le déficit, qui repasse sous le critère des 3% du PIB un peu avant 2020 et s'y maintient pendant le reste de la période simulée, malgré une augmentation soutenue des dépenses (+39% sur 2010-2060). Cette dernière est imputable pour l'essentiel aux postes « vieillesse et survivants » (qui comprend les retraites : +62% sur 2010-2060, soit +179Mds€), et « santé » (+148%, soit +235Mds€, lié surtout aux changements dans les pratiques et aux évolutions techniques). L'amélioration du solde budgétaire, qui demeure néanmoins déficitaire et se dégrade de nouveau légèrement après un retour à l'équilibre vers 2035, permet, sous l'effet de l'érosion monétaire (2% d'inflation), une diminution en valeur de la dette publique, qui revient en dessous du critère des 60% du PIB vers 2050, et s'y stabilise³⁶⁵ (Figure 86).

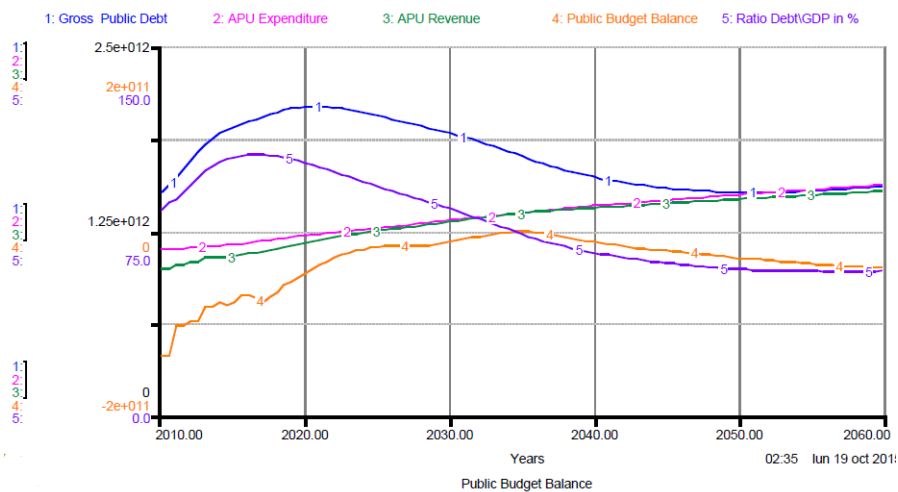


Figure 86 - Evolution des finances publiques - Scénario "croissance verte"

En termes d'impacts environnementaux, la pression exercée par l'accroissement de l'activité économique tempère l'effet des gains d'efficacité énergétique et de l'amélioration de l'intensité des impacts. Si l'intensité

³⁶⁵ Rappelons que ces résultats sont obtenus sous l'hypothèse d'un taux d'intérêt réel sur la dette historiquement faible. En considérant, à la place d'un taux d'intérêt apparent de 2.3%, un taux de 3.5%, soit un taux d'intérêt réel de 1.5% (qui reste encore inférieur au taux réel observé au cours de la période 1985 -2005) après 2015, le ratio dette/PIB décroîtrait jusqu'à 88% vers 2045, puis augmenterait jusqu'à repasser au-dessus de 100% à la fin de la période.

énergétique du PIB est à peu près divisée par deux entre 2010 et 2060, l'empreinte énergétique totale ne décroît « que » de 26% sur cette période.

En ce qui concerne les émissions de gaz à effet de serre associées au périmètre géographique français (approche « production »), celles-ci atteignent 228 MtCO₂eq/an en 2050, ce qui correspond à une réduction d'environ 65% par rapport au niveau de 1990³⁶⁶ (hors utilisation des terres, leurs changements et la forêt) : l'objectif politique du « facteur 4 »³⁶⁷ n'est donc pas atteint dans ce scénario. Ces résultats sont encore moins satisfaisants si l'on considère l'empreinte GES (approche « consommation », cf. Figure 87) : celle-ci représente 264 MtCO₂eq/an en 2050³⁶⁸, soit 16% de plus que les émissions « locales »³⁶⁹. Rapportée au nombre d'habitants, cette empreinte est encore de 3.6 tCO₂eq/personne/an en 2050, et atteint 3 tCO₂eq/personne/an à l'horizon 2060. En termes d'empreinte toujours, les émissions cumulées de GES s'élèvent à plus de 17.1 GtCO₂eq entre 2011 et 2050, ce qui, ramené à la population, correspond à une valeur moyenne de 247 tCO₂eq/personne sur cette période : une valeur du même ordre de grandeur que le budget carbone mondial moyen par habitant des scénarios évalués par le GIEC pour lesquels une élévation des températures de moins de 4°C est considérée « *plus improbable que probable* ».

Pour ce qui est des autres impacts environnementaux, on notera en particulier une réduction des émissions de la plupart des autres polluants atmosphériques, mais une augmentation de la quantité de déchets générés, en particulier de déchets dangereux (+32%).

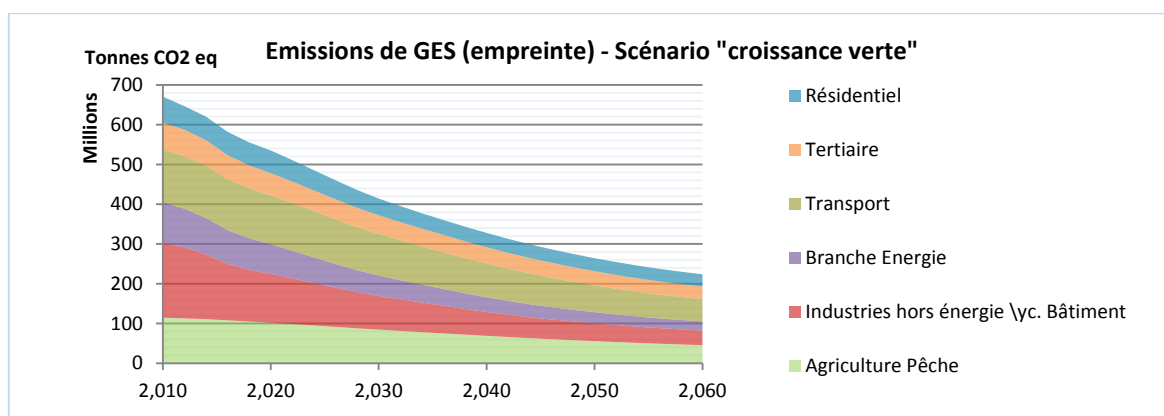


Figure 87 - Emissions de GES (approche empreinte) - Scénario "croissance verte"

³⁶⁶ L'effort de « décarbonisation », en termes d'évolutions relatives des émissions, étant ici le plus important pour le secteur de l'énergie et des industries (environ -80% d'émissions entre 2010 et 2060 dans les deux cas).

³⁶⁷ L'objectif « facteur 4 » correspond à une division par 4 des émissions de gaz à effet de serre entre les niveaux de 1990 et ceux de 2050. Cet objectif a été inscrit dans la loi programme concernant les orientations de la politique énergétique (POPE) du 13 juillet 2005 (article 2 : « la France soutient la définition d'un objectif de division par deux des émissions mondiales de gaz à effet de serre d'ici à 2050, ce qui nécessite, compte tenu des différences de consommation entre pays, une division par quatre ou cinq de ces émissions pour les pays développés »), et a été réaffirmé lors des travaux du « Grenelle Environnement ».

³⁶⁸ Comme nous l'avons précisé au chapitre 4 §9.1, ces résultats en termes d'empreinte correspondent à des estimations « basses » : d'une part car les intensités émissives associées à la production des biens et services importés sont probablement sous-estimées ; et d'autre part, parce que nous ne prenons pas en compte, dans cette version du modèle, la demande supplémentaire de formation brute de capital fixe (d'investissement) relative à cette production importée.

³⁶⁹ L'empreinte de la consommation calculée pour l'année 2010 était de 30% supérieure aux émissions du périmètre géographique français dans notre modèle. D'autres études estiment que cet écart est de l'ordre de 40% (Trainsnel et al., 2010b). Nos valeurs plus faibles sont imputables aux éléments mentionnés dans la note de bas de page ci-dessus ; éléments qui pourraient faire l'objet d'améliorations ultérieures du modèle.

Dans un tel scénario, l'atteinte des objectifs économiques (faible taux de chômage et maîtrise des finances publiques) par le biais de la croissance économique compromet la poursuite d'objectifs de minimisation – ou du moins de modération – des impacts environnementaux, en particulier en ce qui concerne les émissions de GES. Ces résultats sont évidemment sensibles aux hypothèses d'amélioration technique des procédés. Nous avons considéré ici, pour les différents secteurs, des hypothèses de gains annuels d'efficacité énergétique et de rythme de réduction des intensités émissives globalement deux fois supérieurs à ceux observés sur la période 1995-2012³⁷⁰. En raisonnant ainsi en termes d'accentuation des évolutions tendanciennes historiques récentes, des simulations complémentaires nous montrent que la satisfaction de l'objectif « facteur 4 » (en approche « production ») impliquerait des rythmes d'améliorations des intensités émissives au moins deux fois et demie supérieurs à la tendance récente. Pour atteindre, pour la période [2011-2050], une empreinte cumulée par personne équivalente au budget carbone mondial moyen des scénarios évalués par le GIEC qui correspondent à une élévation de température « *probablement* » inférieure à 4°C, il faudrait dans un tel scénario maintenir un rythme global³⁷¹ de réduction des facteurs d'émissions environ trois fois plus élevé qu'au cours des deux dernières décennies sur l'ensemble de la période. Les efforts de réduction *devant encore se prolonger par la suite*, en particulier si la croissance de l'activité économique se poursuit. Ce qui pourrait nécessiter des ruptures technologiques.

Il conviendrait d'analyser plus en détail la plausibilité de telles hypothèses d'évolutions techniques ainsi que leurs implications socio-économiques possibles. Sur ce point, des modèles de type « bottom-up », technologiquement détaillés, (par exemple les modèles de la famille MarkAL-TIMES) peuvent constituer un support de réflexion utile pour mener cette prospective technologique, en complément d'expertises sectorielles, et de délibérations citoyennes³⁷². Pour le moment, rappelons simplement quelques éléments qui invitent, sinon à qualifier de telles hypothèses de très optimistes, du moins à les considérer avec une grande prudence. Car celles-ci supposent non seulement que soient inventées et mises au point des solutions technologiques ou logistiques permettant de tels gains d'efficacité énergétique et de telles réductions des intensités émissives – ce qui n'est pas de l'ordre de l'acquis ni du programmable –, mais encore que ces solutions soient économiquement et socialement viables³⁷³, à la fois dans le contexte Français et pour les pays d'où proviennent les importations françaises. De telles hypothèses impliquent de plus que ces solutions techniques puissent se diffuser suffisamment rapidement, ce qui n'est pas toujours évident, compte tenu des inerties liées à la durée de vie des infrastructures (par exemple celles du système énergétique) et au renouvellement lent de certains stocks (parc de logements, parc automobile, flotte aérienne, machines et équipements de production, etc.). Il faut encore que les facteurs primaires nécessaires à leur fabrication soient disponibles en quantités suffisantes pour permettre leur production à grande échelle, en particulier si ces facteurs primaires incluent des ressources naturelles non renouvelables (pétrole, métaux, terres rares, etc.)³⁷⁴.

³⁷⁰ En supposant de plus que les intensités émissives évoluant à la hausse sur cette période ne poursuivraient pas leur croissance.

³⁷¹ Certains secteurs pouvant offrir un plus grand potentiel d'amélioration, ou du moins des coûts d'abattement plus faibles que d'autres.

³⁷² La reconnaissance de la technologie et plus généralement de la technique comme objet culturel non neutre invite à reconsidérer sa dimension politique souvent occultée, et à repenser le rôle du citoyen autrement que sous l'angle d'une ingénierie de « l'acceptation sociale » - un concept pour le moins ambigu...

³⁷³ Les premiers efforts consentis étant généralement les plus faciles et les moins coûteux, les coûts marginaux d'abattement des émissions sont en théorie croissants. Il est donc à craindre qu'au-delà d'un certain point, le coût des solutions technologiques de réduction des émissions ne soit plus économiquement soutenable ; l'argument selon lequel les générations suivantes seront plus « riches » ou mieux dotées pour se les offrir étant de l'ordre de la supposition, non de la certitude. D'autre part, il reste à trouver et à mettre en place – avec les difficultés posées par les structures de pouvoir existantes - des mécanismes d'orientation des investissements vers ces solutions technologiques.

³⁷⁴ Dès lors que les processus de production requièrent des ressources naturelles « non renouvelables », ceux-ci sont inévitablement compromis sur le (très) long terme, la thèse d'une économie circulaire et d'un recyclage infini se heurtant en pratique à de nombreuses limites (complexité des produits qui rend difficile l'identification, la séparation et la récupération de leurs composants, usages dispersifs, altération des matériaux, coût énergétique et économique, etc.), et en dernier ressort, au second principe de la thermodynamique (Georgescu-Roegen, 1995; Guillebon and Bihouix, 2010). De

Il conviendrait également de s'interroger sur les impacts géopolitiques et économiques extérieurs qui pourraient découler de la généralisation de telles solutions techniques, si celles-ci venaient à induire une dépendance, ou du moins une demande accrue en certaines matières premières³⁷⁵. Encore faut-il, enfin, que les éventuels gains d'efficacité permis par les améliorations techniques ne soient pas contrebalancés par d'éventuels effets rebond, que ceux-ci soient directs, indirects, ou structurels³⁷⁶. Autrement dit, les solutions proposées nécessitent d'être évaluées et validées dans une optique systémique. Il n'est pas rare, à ce propos, que la mise en place de « solutions techniques » conduise davantage à une transposition ou à une mutation du problème initial plutôt qu'à sa disparition. Ce point étant à considérer avec d'autant plus d'attention que le changement climatique n'est qu'une des nombreuses facettes préoccupantes de la crise environnementale actuelle³⁷⁷.

En définitive, compte tenu de l'inertie du système, de l'irréversibilité de certains choix (notion de « dépendance au sentier ») mais aussi de leurs impacts, ces nombreuses incertitudes relatives aux hypothèses d'évolutions techniques sont autant d'éléments qui, au regard de la question environnementale, confèrent à une telle stratégie de « croissance verte » les caractéristiques d'un pari risqué. Celui-ci peut certes tenter certains acteurs sur la base d'un fort optimisme technologique, d'une faible aversion au risque, ou simplement de la prépondérance accordée à la poursuite d'autres objectifs.

Soulignons pour terminer, en ce qui concerne le volet socioéconomique, que si un tel scénario offre des perspectives d'améliorations notables au regard du problème du chômage, rien ne permet d'affirmer qu'il répondrait aux enjeux du *travail*, c'est-à-dire à la question de sa nature et de son sens vécu. En effet, la poursuite de la complexification des processus de production envisagée dans ce scénario ne risque-t-elle pas d'impliquer une division plus poussée des tâches et un surcroît de spécialisation étroitement fonctionnelle, rendant ainsi de plus en plus difficile l'identification du travail à des activités autonomes « *poursuivant des fins qu'elle se sont librement données* » ? (Gorz, 1993a, pp. 123–125).

telles solutions nécessitant la consommation de ressources non renouvelables peuvent donc tout au plus être considérées comme des solutions temporaires.

³⁷⁵ Nous avons l'exemple de la géopolitique du pétrole et du gaz, nous pourrions par exemple nous interroger sur la géopolitique du lithium si les véhicules électriques venaient à se diffuser à la même échelle que les véhicules à moteur thermique.

³⁷⁶ Le concept d'« effet rebond », déjà observé par W.S. Jevons (1865) au XIX^e siècle, renvoie de manière générale à une augmentation de consommation induite par la réduction des limites à l'utilisation d'une technologie (ces limites pouvant être monétaires, physiques, sociales, liées à l'effort, au danger ou à l'organisation, etc.). La littérature distingue (i) les effets rebonds « directs », où le gain d'efficacité est réinvesti dans la consommation du même type de produit ; (ii) les effets rebonds « indirects » ou du 2nd ordre, quand le gain d'efficacité est réinvesti dans la consommation de produits différents (par exemple, les économies de carburant des trajets en automobile réinvestis dans des billets d'avion pour des destinations lointaines) ; (iii) et enfin, les effets rebonds du 3^{ème} ordre, qui correspondent à des effets structurels globaux sur l'économie et l'organisation sociale (par exemple, la généralisation de l'automobile, permise par l'amélioration de son efficacité, a engendré une modification de l'aménagement du territoire (favorisant par exemple le développement de centres commerciaux péri-urbains) et par là, une transformation des systèmes de besoins (Bayon et al., 2010, p. 134). Si les effets du 2nd et du 3^{ème} ordre sont certainement les plus difficiles à anticiper et à quantifier, ce sont pourtant souvent les plus déterminants.

³⁷⁷ A la question climatique s'ajoutent par exemple - de manière interdépendante ou non - des problèmes d'érosion des sols, de déforestation, de salinisation des eaux, d'acidification des océans, de perte de biodiversité, d'émissions de particules fines, de pollution par l'ozone troposphérique, de destruction de la couche d'ozone stratosphérique, de dépôts acides, de déchets chimiques toxiques, d'accumulation de métaux lourds, de déchets radioactifs, de rejets d'hormones dans l'eau, des problèmes liés à l'utilisation intensive d'insecticides et de pesticides, etc. Autant d'éléments à prendre en considération dans l'évaluation des solutions proposées, auxquels on peut aussi ajouter les dimensions esthétiques, éthiques, etc.

4. Analyse de sensibilité pour deux propositions « non-techniques »

Les questions soulevées par le scénario précédent (« croissance verte ») sont donc nombreuses, et invitent à élargir les perspectives et à explorer des options alternatives. Dans ce qui suit, nous nous intéresserons en particulier aux pistes proposées par la Décroissance. Nous proposons, pour commencer, d'étudier à travers des analyses de sensibilité, le potentiel de deux d'entre elles, qui ressortent de la littérature et des entretiens menés: l'extension des pratiques de mise en commun, et la relocalisation (ou re-territorialisation) de l'économie. L'objectif de ces simulations est simplement de mettre en évidence certains de leurs enjeux, et d'offrir une première estimation de leurs impacts possibles.

4.1. L'extension des pratiques de mise en commun à travers l'exemple de la cohabitation

Proposée sur la base des réductions de consommations matérielles qu'elles permettent et de leur contribution à l'entretien d'un lien social, l'idée d'un (re-)développement des pratiques de mise en commun a été évoquée à plusieurs reprises au cours des entretiens. Celles-ci concernaient par exemple divers équipements ménagers (lave-linge, réfrigérateur, ...), du matériel informatique ou de communication, des véhicules, etc. Une telle idée s'inscrit en opposition à la tendance dominante à l'individualisation des modes de vie des dernières décennies.

Pour offrir un aperçu des impacts potentiels d'un essor de ces pratiques, nous proposons de partir de celles qui existent déjà. Or, dans la société française contemporaine, le contexte dans lequel elles sont le plus manifestement déployées est certainement celui du ménage, celui de la cohabitation. Dans cette perspective, les modes de cohabitation constituent un facteur particulièrement impactant, dont nous proposons d'étudier l'influence par le biais du paramètre macroscopique s'y rapportant dans notre modèle : la taille moyenne des ménages. Dans la mesure où certaines consommations sont attribuables aux ménages plutôt qu'aux individus, une évolution de la taille moyenne de ces premiers correspond en effet à une évolution *intensive*³⁷⁸ des pratiques de partage et de mise en commun qui y ont lieu.

En repartant du scénario « par défaut », nous effectuons ainsi plusieurs simulations, en faisant varier pour chacune d'elles la taille moyenne des ménages, sous la forme d'une diminution ou d'une augmentation du nombre moyen de personne par ménages pour chaque âge et sexe (autrement dit, cela revient à décaler verticalement les courbes de la Figure 10 du chapitre 4). Les résultats de ces simulations sont présentés à travers la figure 88 (b et c).

³⁷⁸ Les propositions recueillies au cours des entretiens suggèrent également une évolution *extensive* de ces pratiques, c'est-à-dire à un élargissement des catégories d'objets mis en partage.

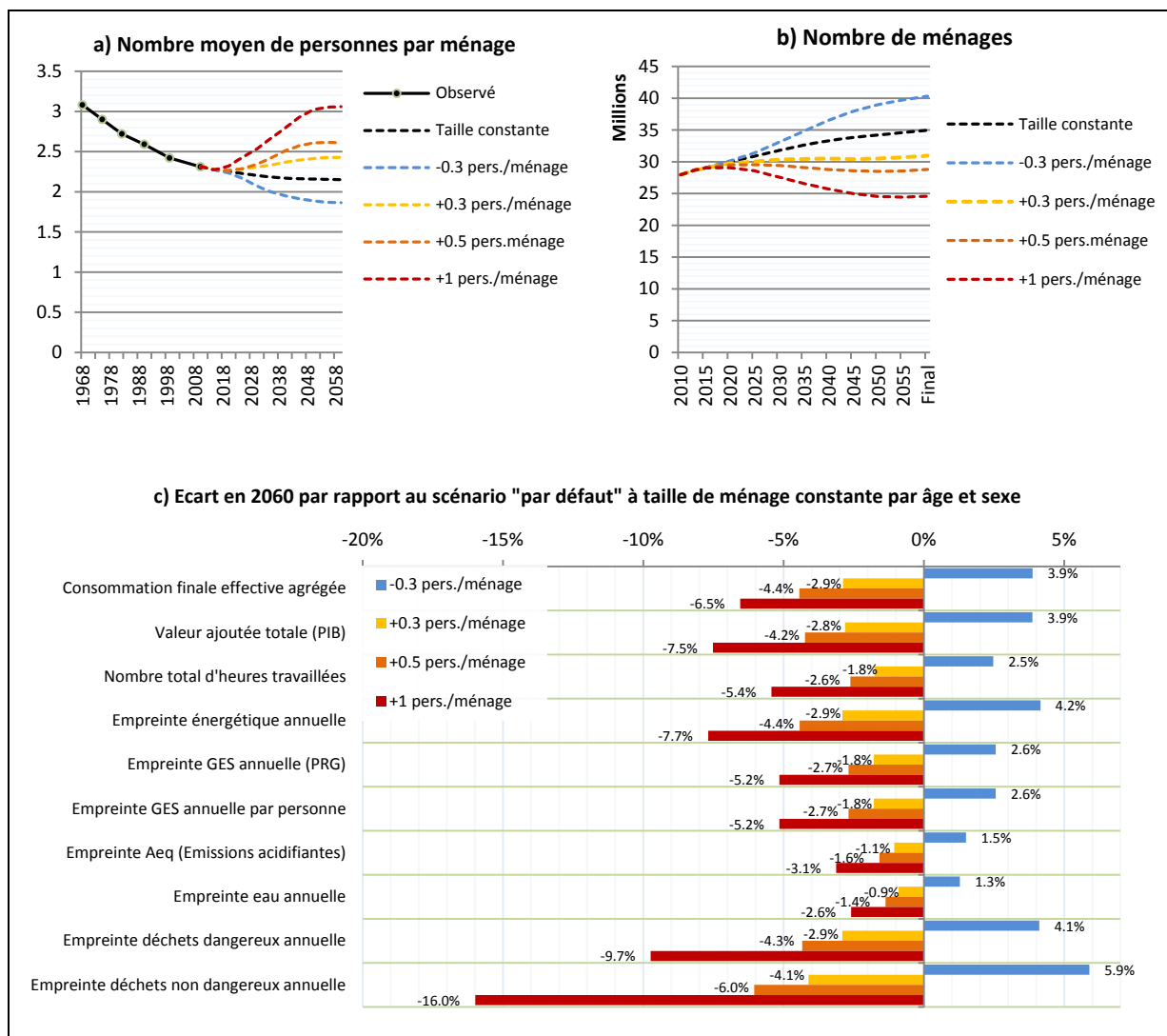


Figure 88 - Sensibilité du modèle à différentes hypothèses d'évolution de la taille moyenne des ménages

La figure 88c, en particulier, illustre, pour différentes hypothèses d'évolution de la taille des ménages et pour différents indicateurs, l'écart relatif en fin de simulation par rapport au scénario « par défaut », dans lequel la taille moyenne des ménages par âge et sexe des individus est supposée constante. On observe par exemple qu'une augmentation moyenne de +0.5 personnes par ménage d'ici 2060 – ce qui équivaldrait à peu près, en termes de taille moyenne globale des ménages, à un retour à la valeur de l'année 1990 –, induit dans le modèle une diminution de la consommation agrégée et de la production d'environ 4.4%, une réduction de la demande de travail de près de 3%³⁷⁹, une atténuation de l'empreinte énergétique, de l'empreinte GES, de l'empreinte en émissions relatives à l'acidification, et de l'empreinte eau d'environ 2.8%, 2.6%, 1.5% et 1.3% respectivement. Les impacts en termes de réduction du tonnage de déchets sont particulièrement significatifs : -4.7% de production annuelle de déchets dangereux, et -7.2% de déchets non dangereux, l'ampleur de ce dernier chiffre s'expliquant notamment par l'impact marqué sur le secteur de la construction, lequel est responsable de l'essentiel du tonnage de déchets (près de 74% des déchets du secteur marchand en 2008 (Conseil général de l'environnement et du développement durable, 2010b), la plus grande partie – plus de 75% – étant des déchets minéraux). A l'inverse, la poursuite d'une tendance à la diminution des comportements de cohabitation (-0.3 personnes par ménage en moyenne d'ici 2060) se traduit dans notre modèle par une augmentation de la consommation et de la production (environ +4%), de la demande de travail

³⁷⁹ Cette moindre évolution de la demande de travail par rapport au PIB semble indiquer que les consommations évitées concernent vraisemblablement des secteurs moins intensifs en travail que la moyenne.

(+2.5%), et des impacts environnementaux (empreinte GES annuelle : +2.4% ; déchets dangereux : +4.3% ; déchets non dangereux : +6.6%).

Si ces évolutions, par leur sens, ne réservent guère de surprise, leur amplitude non négligeable invite à considérer avec plus d'attention le potentiel de propositions non technologiques, relatives aux modes de vie et à l'organisation sociale. Les modes de cohabitation n'en sont qu'un exemple parmi d'autres. Une telle option – l'augmentation de la taille moyenne des ménages par le développement de la cohabitation- ne paraît pas insensée, notamment si l'on considère les indices de peuplement des logements en France métropolitaine³⁸⁰ : en 2006, par exemple, près de 70% des logements étaient considérés en situation de sous-peuplement, et plus de 20% en sous-peuplement très accentué (contre un peu moins de 10% en situation de surpeuplement et moins de 1% en situation de surpeuplement accentué) (INSEE, 2006b; Join-Lambert et al., 2011, p. 127). L'option paraît donc envisageable du point de vue des infrastructures existantes, qui conviennent *a priori* à des taux d'occupation plus élevés : en 2012, 38% du parc de logements existant datait d'avant 1948, et 66% d'avant 1974 (Grenelle environnement, 2012, p. 10) – des époques où la taille moyenne des ménages était supérieure de plus de 25% à celle de 2010 (soit au moins 0.6 personnes de plus par ménage en moyenne).

Pour plusieurs participantes et participants à notre enquête, une telle proposition concernant les modes de cohabitation constitue un élément qui, intégré à une vision particulière plus large, appartiendrait au domaine du soutenable *et du souhaitable*. Il reste à voir dans quelle mesure la société y adhérerait et fera le choix de s'en saisir ; en attendant, il semble en tout cas pertinent de la soumettre au débat public et à l'expérimentation volontaire.

Les pratiques de mise en commun et de partage, que nous avons appréhendées ici à travers le cas de la cohabitation, constituent un exemple de propositions relatives aux modes de vie, d'ordre organisationnel et non technologique. La relocalisation de l'économie en est un autre.

³⁸⁰ « Les indices de peuplement caractérisent le degré d'occupation du logement, par comparaison entre le nombre de pièces qu'il comporte avec un nombre de pièces considérées comme nécessaires au ménage. Leur définition dépend de la façon dont on combine le nombre de pièces disponibles, le degré d'intimité dont disposent les occupants du logement et la surface disponible par personne » (INSEE, 2015d). Les chiffres rapportés ici correspondent à ceux des trois différents indices absolus utilisés en France. Le sous-peuplement est souvent le fait de ménages âgés de petite taille. Avec le vieillissement de la population, l'augmentation du nombre de personnes seules a résulté en une augmentation de l'espace habitable par personne (+8 m²/personne entre 1988 et 2006) (Castéran and Ricroch, 2008) et un léger accroissement des taux de sous-peuplement. La part des logements en situation de surpeuplement a quant à elle évolué à la baisse entre 1992 et 2006.

4.2. La relocalisation

Bien que le concept de relocalisation économique renvoie à des signifiants variés et multidimensionnels³⁸¹, nous nous référons ici principalement à sa dimension spatiale ou géographique, entendue comme la réduction des distances entre les lieux de production et de consommation. Dans cette acception, un mouvement de relocalisation de l'économie peut se traduire, dans notre modèle, par le biais d'évolutions (dans l'ensemble à la baisse) des échanges internationaux, *via* les ratios « produits importés/produits domestiques », ainsi que des coefficients techniques correspondant aux consommations intermédiaires de transport des différentes branches. Il s'agit donc en quelque sorte d'analyser la sensibilité du modèle à ces paramètres.

Nous pourrions pour cela choisir et tester des hypothèses d'évolutions arbitraires. Mais puisque le passé (pas si lointain) offre des exemples de configurations plus « localisées » de l'économie française susceptibles de « parler » à certains lecteurs, nous proposons ici de nous y référer. Autrement dit, nous proposons d'une certaine manière d'explorer les questions suivantes : quels seraient les impacts d'une relocalisation de l'économie française aboutissant à une configuration similaire (en termes de distance production-consommation) à celle de 1990 ? A celle de 1980 ? A celle de 1970 ? Etc. Cet exercice se veut évidemment didactique, l'idée d'une relocalisation³⁸² de l'économie telle qu'elle est déclinée dans le cadre de la Décroissance n'étant aucunement envisagée comme un retour (probablement impossible par ailleurs) à une configuration historique donnée.

Concrètement, pour cet exercice, nous partons pour chaque simulation du scénario « par défaut », et faisons évoluer progressivement, sur la période simulée, les coefficients techniques relatifs aux *consommations intermédiaires de transport* des différentes branches, ainsi que *les ratios de produits importés*, vers les valeurs historiques qui correspondent à différentes années passées : 2000, 1990, 1980, 1970, 1960. Les exportations sont supposées évoluer proportionnellement aux importations pour chaque produit. Par ailleurs, il paraît logique qu'une relocalisation de l'économie se traduise également par une baisse de la mobilité longue distance des personnes pour motifs professionnels. Pour les simulations correspondant à la configuration de l'année 1990 ou des années antérieures, nous faisons donc évoluer le nombre de ces déplacements à la baisse, vers les valeurs de 1994 ((Commissariat général au Développement durable, 2014) de 1994 est la source de données la plus ancienne dont nous disposons : la diminution de la mobilité longue distance est donc sous-estimée dans chaque cas). Les résultats de ces différentes simulations sont illustrés par la Figure 89, qui présente, pour chaque cas de relocalisation et pour différents indicateurs, l'écart relatif en fin de période par rapport au scénario « par défaut ».

³⁸¹ Sur ce point, nous renvoyons le lecteur à l'analyse de Frankova et Johanisova (2012), qui offre une revue de différentes interprétations du concept de (re)localisation trouvées dans la littérature, en souligne les multiples dimensions (spatiale, environnementale, économique, sociale, culturelle, politique, idéologique, morale ou éthique, stratégique, pratique, etc.), et en propose une définition opérationnelle : « *economic localization is both the process and the result of moral, political and practical support of as many localized aspects of production and consumption as possible and desirable. More specifically, it includes preferring local factors of production, their local ownership, local capital flows and orientation primarily on satisfaction of local needs. Other integral aspects include emphasis on and support for sustainability of production, the development of local communities, democratic decision-making, strengthening local economies and self-reliance, and building relationships to place. Economic localization does not mean (attempts at) absolute autarky or any other type of isolation from the outside world* »

³⁸² Le préfixe « re- » du terme « relocalisation », s'il renvoie à une opposition au processus historique de mondialisation et de délocalisation de l'économie, peut en effet prêter à confusion dans la mesure où il peut suggérer l'idée d'un retour en arrière selon une vision linéaire ou unidirectionnelle du changement social. Peut-être conviendrait-il davantage, à l'instar des anglo-saxons, de parler de « localisation » ?

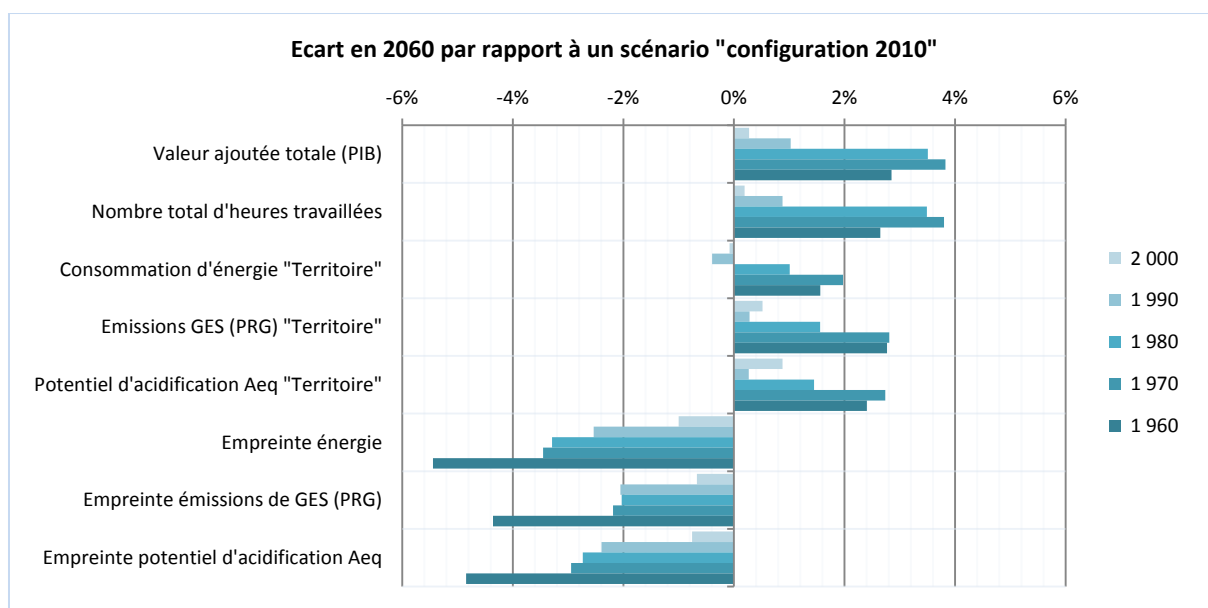


Figure 89 - Sensibilité du modèle à différentes configurations de "relocalisation" de l'économie

De manière générale, la réduction des échanges internationaux se traduit par une augmentation de la demande domestique agrégée (la balance commerciale étant initialement déficitaire), celle-ci concernant les consommations effectives des ménages, mais aussi les consommations intermédiaires des entreprises et la formation brute de capital fixe, laquelle est nécessaire pour répondre à cet accroissement de la demande. La production agrégée évolue en conséquence à la hausse, ainsi que la demande de travail. Suivant une approche « production », les impacts associés à cet accroissement de l'activité sur le territoire dépassent les gains liés à la réduction des transports (par exemple, pour la simulation correspondant à la configuration de 1980 : les émissions de GES du secteur du transport diminuent de 7% tandis que celles de l'industrie augmentent de 9%, celles du tertiaire de 2%, etc.), ce qui conduit à une augmentation des impacts environnementaux *associés au périmètre géographique français*. Cependant, si l'on raisonne en termes d'empreinte, la relocalisation économique se traduit au contraire ici par une diminution des impacts énergétiques et des émissions atmosphériques ; cette diminution étant imputable d'une part à la réduction des flux de marchandises et de personnes (plus de la moitié de la réduction pour les simulations relatives aux configurations de 1980 et d'après) , et d'autre part à la meilleure efficacité énergétique et à la moindre intensité émissive des branches de l'économie française, comparée à celles des pays de provenance de nos importations actuelles (cet effet s'observe en particulier en ce qui concerne les émissions de GES du secteur de l'énergie, compte tenu de la part importante du nucléaire dans le mix électrique français actuel).

Si les chiffres présentés ici ont le mérite de fournir un ordre de grandeur, ils sont toutefois à considérer avec précaution. Nous avons en effet mentionné précédemment que le mode de calcul employé dans cette version de notre modèle conduisait à sous-estimer l'empreinte des importations françaises, notamment car celui-ci ne prenait pas en compte la demande d'investissement qu'elles induisaient pour les autres pays producteurs. Les productions rapatriées en France faisant « réapparaître » dans le modèle cette demande d'investissement et les impacts qui lui sont associés, cette omission initiale joue ainsi dans le sens d'une sous-évaluation des bénéfices d'une relocalisation en termes d'empreinte environnementale. D'autre part, les activités délocalisées correspondant souvent aux étapes les plus intensives des processus de production des différentes branches, il est probable qu'une relocalisation de ces activités se traduise par un accroissement des intensités énergétiques ou émissives des branches de l'économie française ; ce qui *a contrario* inviterait à revoir à la baisse les bénéfices environnementaux estimés plus haut. Dans tous les cas, les effets de la réduction des activités de transport qu'induirait un mouvement de relocalisation demeurent significatifs.

De manière générale, une telle proposition et ses multiples déclinaisons possibles mériteraient des analyses bien plus approfondies, tant les implications potentielles sont nombreuses et complexes. Par exemple, en opérant à l'inverse du processus actuel de concentration des activités, une relocalisation économique pourrait bien impliquer une limitation ou une diminution de la taille des entreprises. De là peuvent découler divers effets d'échelle au niveau microéconomique, susceptibles de se traduire par des effets structurels au niveau macroéconomique: réduction possible de certaines économies d'échelle³⁸³, modification des processus de production et de leurs impacts associés³⁸⁴, changements dans la répartition de la valeur ajoutée des entreprises, évolution de la dynamique globale des investissements, ainsi que des choix de canaux de financement (liés aux différences de choix stratégiques possibles et de comportements entre petites et grandes entreprises), et de manière plus générale, mutation de la dynamique systémique de l'économie³⁸⁵. De telles répercussions pouvant évidemment affecter jusqu'à l'organisation sociale dans son ensemble (évolution des rapports de force économiques, sociaux, politiques, etc.)...

Nous avons ici soulevé la question des impacts potentiels d'un éventuel processus de relocalisation économique. Il faudrait encore, si une telle voie était choisie, étudier les modalités sous lesquelles un tel processus pourrait être engagé, et les mécanismes –ou ensemble de mécanismes- concrets permettant sa mise en œuvre : protectionnisme économique *via* des instruments fiscaux et un cadre réglementaire (exemple des taxes aux frontières) ? Modification des choix de consommation sous l'effet d'une évolution des croyances collectives, des valeurs sociales et des normes? Etc. Ces deux questions – celle des modalités et celle des impacts – n'étant, du reste, probablement pas indépendantes.

³⁸³ La taille d'une entreprise ne permet toutefois pas de présager de son efficacité économique : le lien entre les deux n'est en effet pas clair et univoque (voir par exemple des travaux comme Jorg Baten (2013).

³⁸⁴ Il n'est pas exclu, par exemple, que certains procédés de fabrication plus performants du point de vue environnemental soient trop coûteux pour être employés dans le cadre de productions à petite échelle...

³⁸⁵ A ce sujet, par exemple, il est possible que d'une réduction du nombre d'entités économiques « *too big to fail* », ou encore, que de la moindre capacité d'acquisition et de traitement de l'information par des entreprises de plus faible taille, résulte une limitation des risques d'emballement systémique ; en particulier si l'on analyse les crises financières et leurs mutations en crises économiques sous l'angle de la circulation rapide et de l'interprétation (performative) d'informations par les agents économiques. De ce point de vue, il ne semble pas déraisonnable *a priori* de supposer qu'un tissu économique composé d'entités de plus petite taille se caractériserait par une plus grande stabilité, ou du moins par une réactivité moins marquée aux « chocs » - et une plus grande résilience. Il ne s'agit là que d'une hypothèse, qu'il serait néanmoins intéressant d'étudier plus en détail.

5. La Décroissance à travers quelques scénarios participatifs

Les simulations précédentes ont offert une première estimation *ceteris paribus* de certains impacts potentiels pour quelques-unes des options proposées par des participants à nos enquêtes, et que l'on peut retrouver au sein des mouvements de la Décroissance. Nous proposons à présent de considérer les visions d'ensemble dans lesquelles ces propositions s'inscrivent : dans ce qui suit, nous explorons ainsi trois scénarios construits chacun d'après une des « visions » recueillies au cours des entretiens A, B et C. Les hypothèses principales correspondant à ces scénarios sont donc pour l'essentiel décrites dans les tableaux récapitulatifs des entretiens correspondants en [Annexe 1](#).

Il est délicat de qualifier ces scénarios de manière synthétique sur la base de leurs hypothèses, compte tenu de leurs spécificités multidimensionnelles. Si nous devions nous y essayer, nous dirions que :

- le **scénario de l'entretien A** correspond à une évolution modérée des modes de vie et de la consommation vers plus de sobriété, à un réformisme modéré des institutions, et à des hypothèses fortes de réduction technique des impacts environnementaux ;
- Le **scénario de l'entretien B** propose quant à lui des réductions plus marquées et rapides (en grande partie avant 2030) de la consommation, des évolutions qui nous semblent un peu plus profondes dans les comportements et les modes de vie (par exemple en ce qui concerne la mobilité), pose des hypothèses assez fortes de réduction technique des impacts environnementaux ; mais intervient assez peu dans les finances publiques : ses propositions semblent relever davantage d'une perspective « *bottom-up* », ou « *grassroot* » ;
- Le **scénario de l'entretien C**, enfin, est celui qui semble proposer les changements les plus « radicaux » en termes de modes de vie et de consommation (frugalité), d'organisation sociale et économique, et d'institutions ; la plupart des évolutions sont supposées progressives, sur le long terme (à horizon 2050-2060) ; les hypothèses d'amélioration technique des processus de production et des équipements sont quant à elles modestes ; C'est aussi le scénario qui semble présenter la vision la plus systémique.

Il est important de préciser que les scénarios A et B n'ont pas tout à fait le même statut que le scénario C : les deux premiers correspondent à la traduction de propositions jugées *a priori* « soutenables et souhaitables » par les participants aux entretiens, en fonction de croyances et d'hypothèses implicites que la modélisation permet justement de questionner. Les résultats de ces scénarios peuvent donc diverger des conséquences attendues ou souhaitées par les participants, et ne pas s'inscrire dans le périmètre de leur conception du « souhaitable et soutenable ». Si l'occasion ne s'est pas (encore) présentée pour les deux premiers scénarios, pour le scénario C, en revanche, le participant a eu la possibilité, après présentation des résultats d'une première simulation, de revenir sur ses hypothèses initiales et de les modifier s'il le désirait : il en a profité pour opérer un ajustement au niveau des dépenses publiques³⁸⁶. Les résultats présentés ici lui ont été communiqués, et ont été jugés satisfaisants. Le scénario C correspond donc *dans son ensemble* à une vision jugée globalement « souhaitable et soutenable » par le participant, ce qui n'est pas nécessairement le cas des deux autres.

Soulignons que les visions modélisées ici se caractérisent, pour certains postes de consommation, par une distinction opérée entre évolutions quantitatives (en volume physique) et évolutions qualitatives ou monétaires (évolution des prix liés à des évolutions de qualité des produits : par exemple, une moindre consommation de vêtements en volume physique, mais un maintien de la consommation en unités monétaires lié à une amélioration qualitative des tissus, un mode de production plus artisanal et local, etc.). Certaines visions impliquent également un glissement de quelques consommations de la sphère monétaire et formelle de

³⁸⁶ Cet ajustement consistait uniquement en une évolution du montant individuel du revenu de base envisagé dans ce scénario, dont la valeur initiale conduisait à une augmentation du volume de la dette publique jugée non satisfaisante par le participant.

l'économie vers la sphère de l'échange non monétaire, voire non marchand, et de l'économie de réciprocité. Autrement dit, une forme de « démonétarisation » de certaines productions et consommations³⁸⁷. Nous choisissons ici de rendre compte de ces éléments en opérant, pour chaque scénario, deux simulations : une dans laquelle les hypothèses correspondent aux évolutions en unités monétaires, et une autre pour laquelle les hypothèses renvoient aux évolutions en volume physique. De la première, nous retenons les résultats relatifs aux indicateurs socio-économiques (emploi, chômage, dette publique, etc.) ; de la seconde, les indicateurs relatifs aux impacts environnementaux³⁸⁸.

Le tableau 27 fournit un exemple des choix de traduction de quelques-unes des principales hypothèses des scénarios dans notre modèle, pour le scénario issu de l'entretien C. Les résultats des modélisations des trois différents scénarios sont rassemblés dans les tableau 23 à tableau 29 et illustrés par les figure 91Figure 104 à figure 103.

Comme nous l'avons mentionné au *chapitre 3*, les visions modélisées ici comportent plusieurs points communs. Elles mènent toutefois à des résultats différents, comme on peut l'entrevoir sur la Figure 90. Abordons-les à présent plus en détail, de façon thématique.

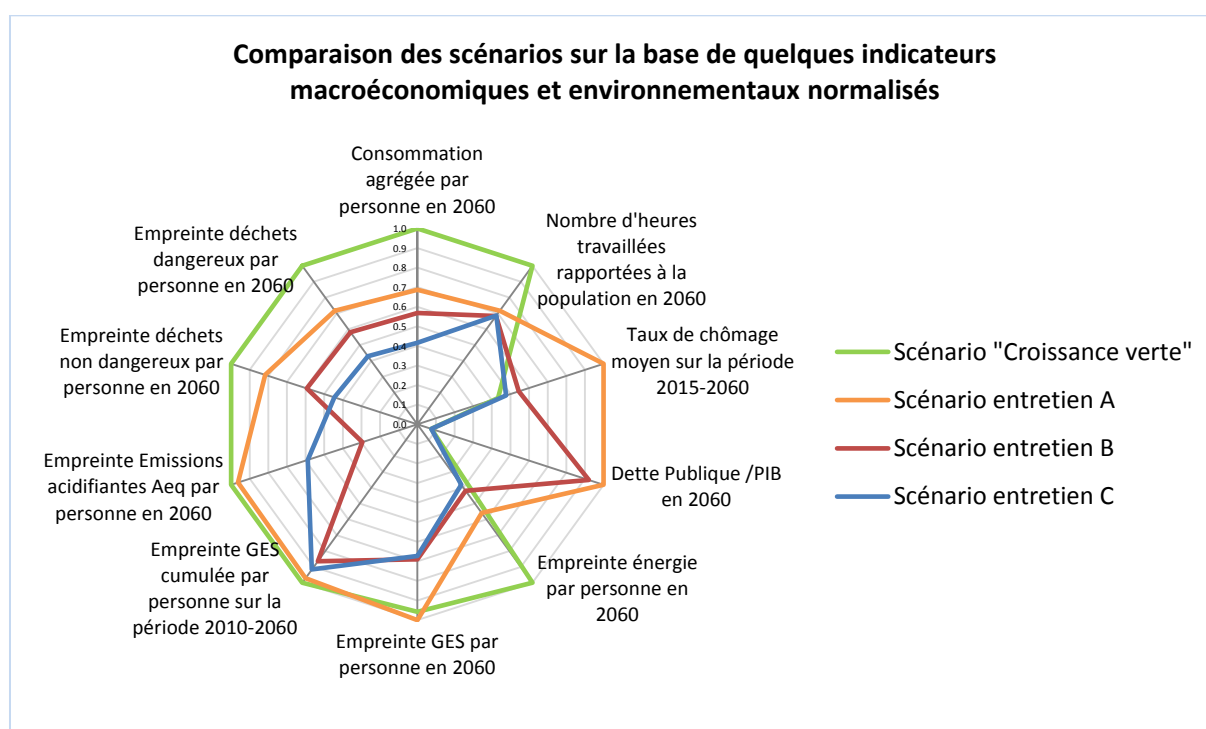


Figure 90 - Synthèse comparative des résultats de simulation des scénarios issus des entretiens A, B, et C

³⁸⁷ Si l'on se base sur une définition fonctionnelle de la « monnaie », les initiatives de type systèmes d'échanges locaux (SELs) ou banque de temps s'en éloignent en effet dans la mesure où les heures de travail et les services s'échangent directement sans intermédiaire. Dans le cadre d'une banque de temps, l'heure de travail remplit néanmoins toujours les fonctions d'unité de compte des échanges, et de réserve de valeur.

³⁸⁸ Cela revient en quelque sorte à un modèle « 2 couches » : une couche « physique », et une couche « monétaire ». Notons que la méthode employée ici conduit à attribuer aux productions réalisées dans la sphère domestique (autoproductions) les mêmes caractéristiques en termes d'intensité capitaliste, et d'intensités énergétiques et émissives qu'à l'ensemble de la branche de production correspondante. Il est toutefois probable que les valeurs diffèrent significativement en pratique : d'un côté, l'autoproduction à petite échelle est rarement « optimisée », par exemple du point de vue énergétique, elle se prête mal à la mise en place de solutions techniques efficaces mais complexes, d'autre part, il est probable qu'elle soit un peu plus intensive en travail, et moins en capital physique.

Scénario A

Tableau 23 - Résultats du scénario issu de l'entretien A - Indicateurs socioéconomiques

Résultats du scénario issu de l'entretien A – Indicateurs socioéconomiques –					
Indicateur		Valeur en 2010	Valeur en 2035	Valeur en 2060	Variation 2060/2010
Population	[Millions]	64.6	71.4	75.5	+17%
Nombre de ménages	[Millions]	28	30.7	30.8	+10%
Population active	[Millions]	29.6	30.5	32.2	+9%
Taux d'activité global (pop. active / pop. totale)		0.46	0.43	0.43	-7%
Consommation effective finale agrégée (ménages et APU)	[Mds€2010]	1604	1608	1586	-1.1%
Valeur Ajoutée totale (PIB)	[Mds€2010]	1801	1781	1813	+0.7%
Demande totale d'heures travaillées	[Mds d'heures]	40.1	31.8	32.4	-19%
Nombre d'emplois	[Millions]	26.8	28.6	29.1	+9%
Taux de chômage		9%	5.0%	7.9%	-12%
Solde budgétaire public	[Mds€2010]	-136	-359	-720	+429%
Solde budgétaire public primaire (hors intérêts sur la dette publique)	[Mds€2010]	-85	-251	-400	+371%
Dette publique brute	[Mds€2010]	1512	4802	14238	+842%
Ratio Dette/PIB		84%	270%	785%	+835%

Tableau 24 - Résultats du scénario issu de l'entretien A - Indicateurs environnementaux

Résultats du scénario issu de l'entretien A – Indicateurs environnementaux –				
Catégorie d'indicateur	Indicateur	Valeur en 2060	Variation 2060/2010	
Energie	Consommation d'énergie finale (approche empreinte)	[Mtep/an] 126	-59%	
	Consommation d'énergie finale (approche territoire)	[Mtep/an] 118	-56%	
	Empreinte énergie finale par personne	[tep/pers./an] 1.67	-65%	
Emissions de Polluants atmosphériques (Approche empreinte)	Oxydes de soufre (SO _x)	[kt/an] 109	-78%	
	Oxydes d'azote (NO _x)	[kt/an] 191	-86%	
	Ammoniac (NH ₃)	[kt/an] 304	-56%	
	Indicateur « Acide équivalent » (Aeq)	[kt/an] 25	-70%	
	Monoxyde de carbone (CO)	[kt/an] 1032	-79%	
	Composés organiques volatils autres que le méthane (COVNM)	[kt/an] 338	-74%	
	Méthane (CH ₄)	[kt/an] 855	-80%	
	(et CH ₄ en équivalent carbone)	[MtCO ₂ eq/an] 17.9		
	Oxyde nitreux (N ₂ O)	[kt/an] 76	-61%	
	(et N ₂ O en équivalent carbone)	[MtCO ₂ eq/an] 23.3		
	Dioxyde de carbone (CO ₂)	[Mt/an] 146	-72%	
	Hydrofluorocarbones (HFC)	[MtCO ₂ eq/an] 10.5	-34%	
	Perfluorocarbones (PFC)	[MtCO ₂ eq/an] 0.20	-78%	
	Hexafluorure de soufre (SF ₆)	[MtCO ₂ eq/an] 0.62	-56%	
	Pouvoir de Réchauffement Global (PRG)	[MtCO ₂ eq/an] 242	-64%	
	PRG moyen par personne	[tCO ₂ eq/pers/an.] 3.07	-70%	
	PRG cumulé sur la période 2010-2060	[GtCO ₂ eq/an] 19.2		
	PRG cumulé moyen par personne 2010-2060	[tCO ₂ eq/pers/an.] 276		
Particules en suspension	Particules inférieures à 10µm (PM ₁₀)	[kt/an] 102	-69%	
	Particules inférieures à 2.5µm (PM _{2.5})	[kt/an] 165	-59%	
Usages de l'eau (approche empreinte)	Eau Bleue	[10 ⁹ m ³ /an] 15.7	-26%	
	Eau Verte	[10 ⁹ m ³ /an] 102	+41%	
	Eau Grise	[10 ⁹ m ³ /an] 22.1	+14%	
Production de déchets du secteur productif (hors ménages) (approche empreinte)	Déchets non dangereux	[Mt/an] 332	-2.6%	
	Déchets dangereux	[Mt/an] 10.1	-6.2%	

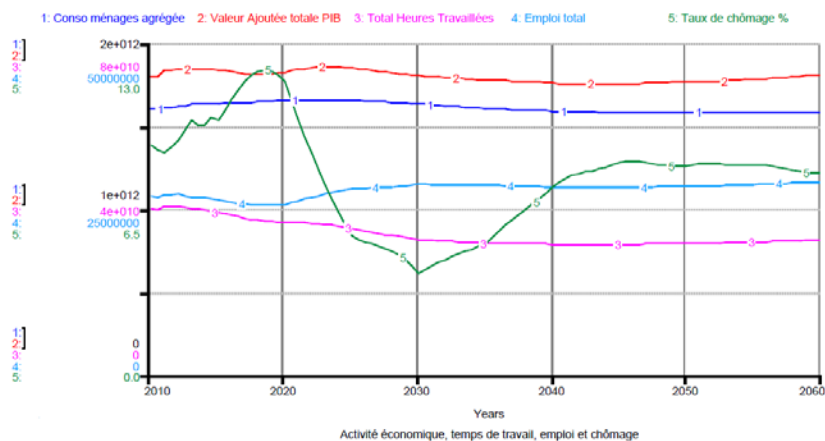


Figure 91 - Activité, travail, emploi, chômage - Scénario issu de l'entretien A

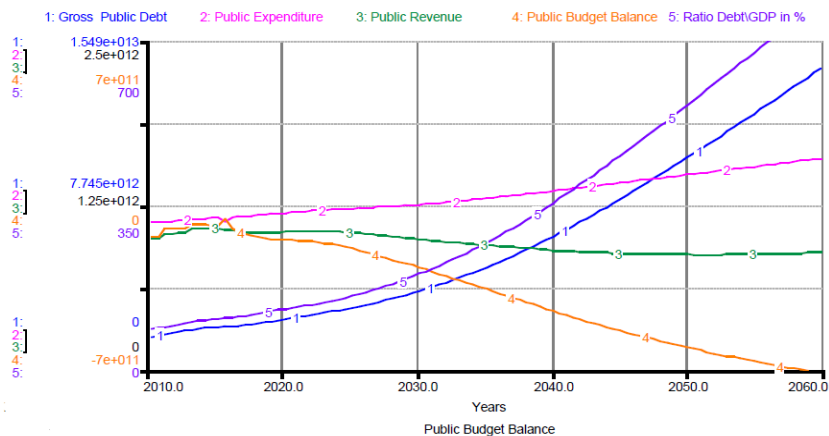


Figure 92 - Evolution des finances publiques - Scénario issu de l'entretien A

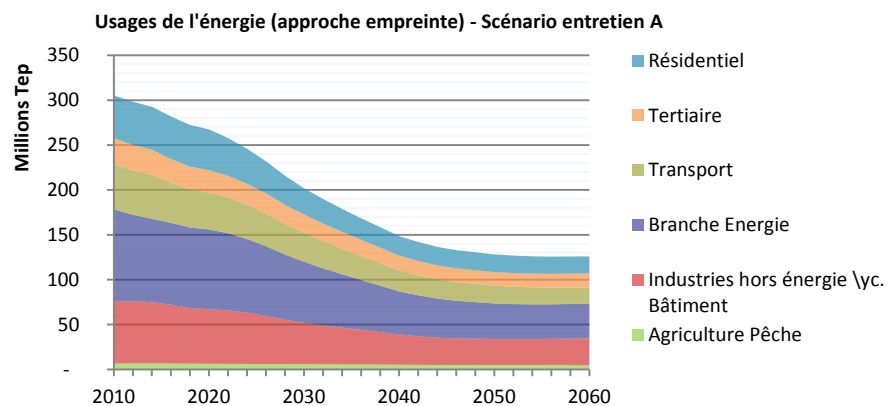


Figure 93 - Usages de l'énergie (approche empreinte) - Scénario issu de l'entretien A

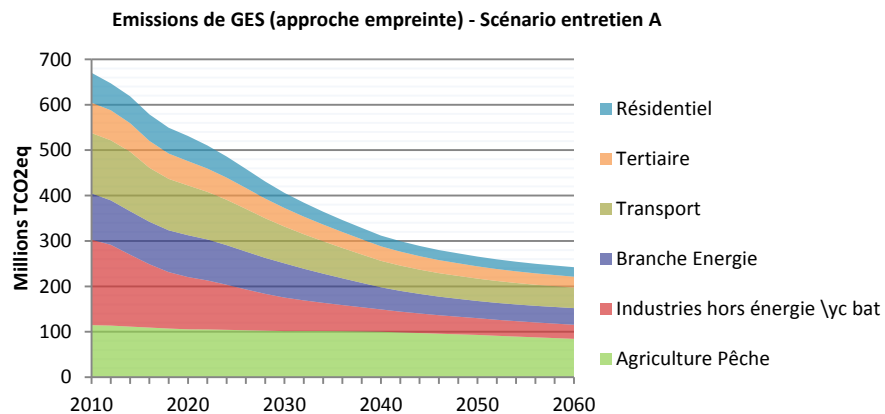


Figure 94 - Emissions de GES (approche empreinte) - Scénario issu de l'entretien A

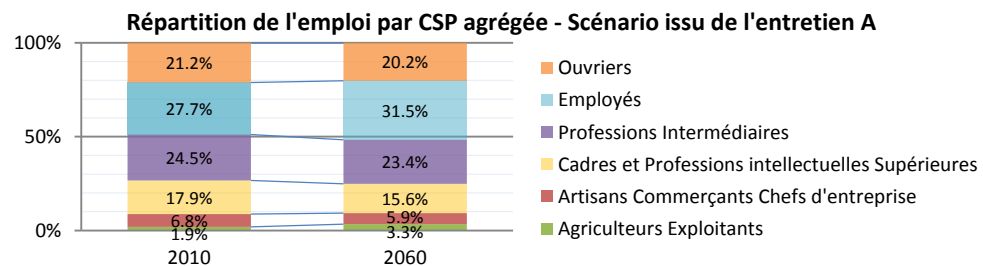


Figure 95 - Répartition des emplois par CSP agrégée - Scénario issu de l'entretien A

Scénario B

Tableau 25 - Résultats du scénario issu de l'entretien B - Indicateurs socioéconomiques

Résultats du scénario issu de l'entretien B – Indicateurs socioéconomiques –					
Indicateur		Valeur en 2010	Valeur en 2035	Valeur en 2060	Variation 2060/2010
Population	[Millions]	64.6	71.6	75.1	+16%
Nombre de ménages	[Millions]	28	30.0	29.0	+3.6%
Population active	[Millions]	29.6	31.2	32.3	+9.1%
Taux d'activité global (pop. active /pop. totale)		0.46	0.44	0.43	-6.5%
Consommation effective finale agrégée (ménages et APU)	[Mds€2010]	1604	1445	1306	-19%
Valeur Ajoutée totale (PIB)	[Mds€2010]	1801	1617	1521	-16%
Demande totale d'heures travaillées	[Mds d'heures]	40.1	32.3	30.7	-24%
Nombre d'emplois	[Millions]	26.8	30.2	30.9	+15%
Taux de chômage		9%	3.0%	3.8%	-58%
Solde budgétaire public	[Mds€2010]	-136	-294	-515	+279%
Solde budgétaire public primaire (hors intérêts sur la dette publique)	[Mds€2010]	-85	-193	-267	+214%
Dette publique brute	[Mds€2010]	1512	4486	11008	+628%
Ratio Dette/PIB		84%	277%	723%	+761%

Tableau 26 - Résultats du scénario issu de l'entretien B - Indicateurs environnementaux

Résultats du scénario issu de l'entretien B – Indicateurs environnementaux –				
Catégorie d'indicateur	Indicateur		Valeur en 2060	Variation 2060/2010
Energie	Consommation d'énergie finale (approche empreinte)	[Mtep/an]	94	-69%
	Consommation d'énergie finale (approche territoire)	[Mtep/an]	88	-67%
	Empreinte énergie finale par personne	[tep/pers./an]	1.25	-74%
Emissions de Polluants atmosphériques (Approche empreinte)	Oxydes de soufre (SO _x)	[kt/an]	38	-92%
	Oxydes d'azote (NO _x)	[kt/an]	117	-91%
	Ammoniac (NH ₃)	[kt/an]	69	-90%
	Indicateur « Acide équivalent » (Aeq)	[kt/an]	7.8	-91%
	Monoxyde de carbone (CO)	[kt/an]	992	-80%
	Composés organiques volatils autres que le méthane (COVNM)	[kt/an]	190	-86%
	Méthane (CH ₄)	[kt/an]	60	-99%
	(et CH ₄ en équivalent carbone)	[MtCO ₂ eq/an]		
	Oxyde nitreux (N ₂ O)	[kt/an]	52	-74%
	(et N ₂ O en équivalent carbone)	[MtCO ₂ eq/an]	16	
	Dioxyde de carbone (CO ₂)	[Mt/an]	114	-78%
	Hydrofluorocarbones (HFC)	[MtCO ₂ eq/an]	7.3	-54%
	Perfluorocarbones (PFC)	[MtCO ₂ eq/an]	0.16	-83%
	Hexafluorure de soufre (SF ₆)	[MtCO ₂ eq/an]	0.6	-60%
	Pouvoir de Réchauffement Global (PRG)	[MtCO ₂ eq/an]	159	-76%
	PRG moyen par personne	[tCO ₂ eq/pers/an.]	2.12	-80%
	PRG cumulé sur la période 2010-2060	[GtCO ₂ eq/an]	17.0	
	PRG cumulé moyen par personne 2010-2060	[tCO ₂ eq/pers/an.]	245	
	Particules en suspension			
	Particules inférieures à 10µm (PM ₁₀)	[kt/an]	89	-73%
	Particules inférieures à 2.5µm (PM _{2.5})	[kt/an]	144	-64%
Usages de l'eau (approche empreinte)	Eau Bleue	[10 ⁹ m ³ /an]	15.1	-29%
	Eau Verte	[10 ⁹ m ³ /an]	77.3	7%
	Eau Grise	[10 ⁹ m ³ /an]	17.8	-8%
Production de déchets du secteur productif (hors ménages) (approche empreinte)	Déchets non dangereux	[Mt/an]	240	-29.5%
	Déchets dangereux	[Mt/an]	8.1	-24%

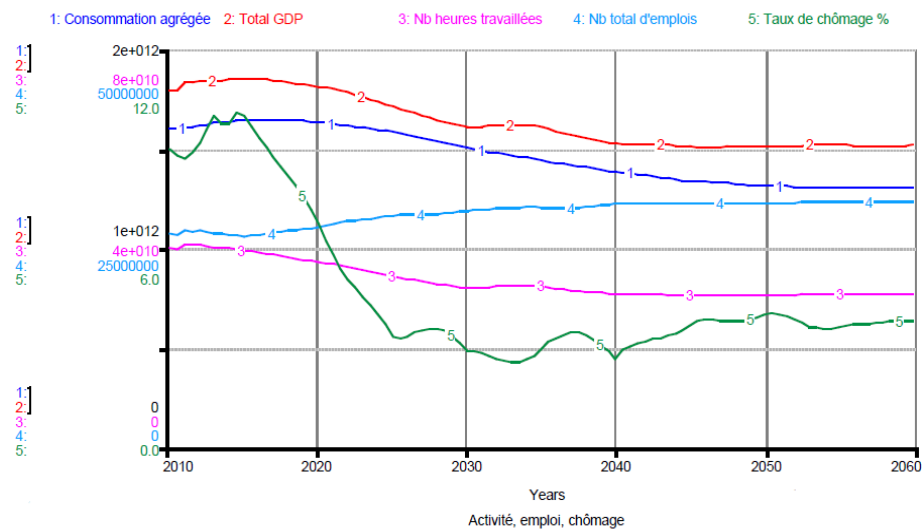


Figure 96 - Activité, travail, emploi, chômage - Scénario issu de l'entretien B

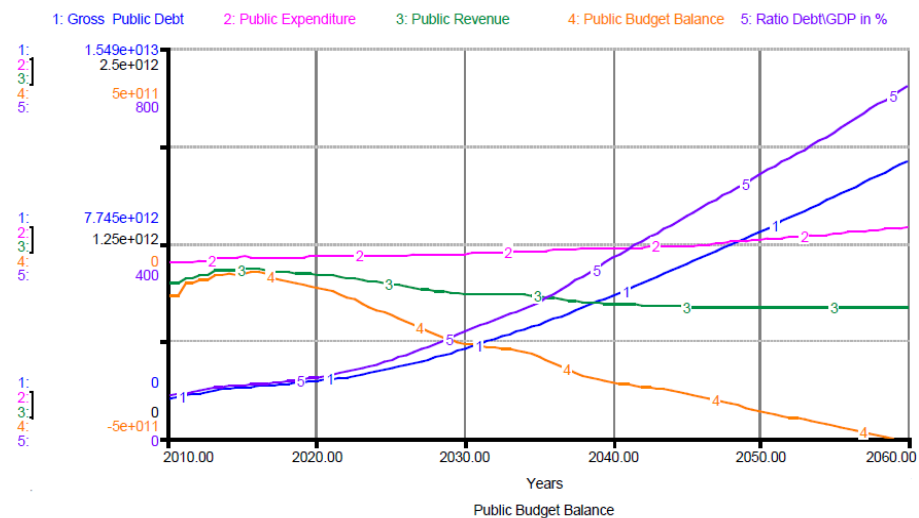


Figure 97 - Evolution des finances publiques - Scénario issu de l'entretien B

Usages de l'énergie (approche empreinte) - Scénario B

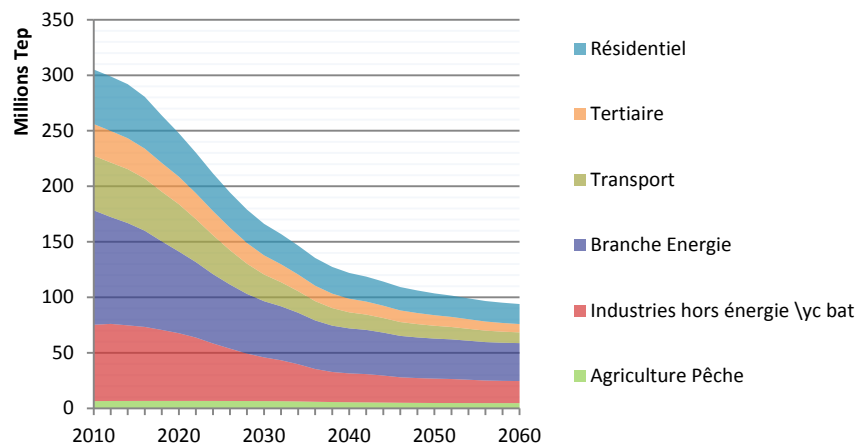


Figure 98 - Usages de l'énergie (approche empreinte) - Scénario issu de l'entretien B

Emissions de GES - Scénario B

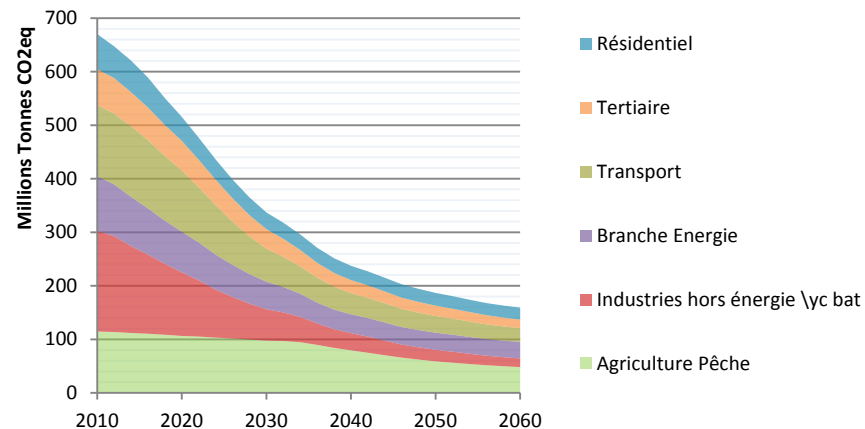


Figure 99 - Emissions de GES (approche empreinte) - Scénario issu de l'entretien B

Scénario C

Tableau 27- Principales hypothèses caractéristiques du scénario correspondant à l'entretien C

Hypothèses caractéristiques du scénario correspondant à l'entretien C		
Démographie et ménages		<ul style="list-style-type: none"> Hypothèses basses de l'INSEE pour la fécondité, l'espérance de vie, l'immigration Hypothèse de vieillissement en bonne santé La taille moyenne des ménages à âge et sexe donné augmente de 25% entre 2025 et 2050 (soit des ménages de 2.7 personnes en moyenne en 2050)
Analyse entrées-sorties		<ul style="list-style-type: none"> Evolutions spécifiques d'une partie des coefficients techniques au cours de la période 2015-2060. Il s'agit pour l'essentiel de traduire: <ul style="list-style-type: none"> une relocalisation de l'économie : retour des coefficients techniques relatifs aux consommations intermédiaires de transport à leur valeur de 1960, réduction des coefficients relatifs aux consommations intermédiaires d'hébergement et de télécommunications. une transition vers une agriculture biologique de proximité (circuits courts), de plus petite échelle, et techniques de permaculture et agroforesterie: diminution des coefficients des branches agriculture et denrées alimentaires relatifs aux consommations intermédiaires de produits chimiques et raffinés, de machines et équipements, de matériel de transport, de produits pharmaceutiques (moins d'élevage), de commerce, d'activités juridiques, comptables, de contrôle et d'analyses techniques (pas de brevet sur le vivant) une légère poursuite des économies d'énergie et des gains d'efficacité énergétique ainsi qu'une transition progressive vers des énergies renouvelables artisanales : diminution des coefficients techniques relatifs aux consommations intermédiaires des branches du secteur énergie une forte réduction des dépenses de publicité : diminution des coefficients relatifs aux consommations intermédiaires de produits de la branche édition-audiovisuel-diffusion une réduction des consommations intermédiaires de produits pharmaceutiques pour la branche santé etc.
Demande finale	Consommation finale effective des ménages	<ul style="list-style-type: none"> Consommations en biens et services, taux d'équipement, durées de vie des équipements évoluent suivant les hypothèses recueillies au cours de l'entretien, et en partie rassemblées dans le tableau 32 en Annexe
	Investissement (FBCF)	<ul style="list-style-type: none"> Intensités capitalistiques des branches constantes pour les différents types d'actifs Augmentation progressive de la durée de vie des actifs de 20% (lié au ralentissement des évolutions techniques et à la priorité donnée à l'entretien du matériel existant)
	Echanges extérieurs	<ul style="list-style-type: none"> Relocalisation de l'économie : taux d'importation et niveau des exportations évoluent à la baisse pour les différents emplois finals (consommation, FBCF, exportation), selon les hypothèses recueillies au cours de l'entretien, et en partie rassemblées dans le tableau 32 (Annexe 1)
Population active, « productivité apparente » et durée du travail		<ul style="list-style-type: none"> Taux d'activité par âge et sexe constants (valeur de 2013) <i>pour les besoins de la simulation</i> : le concept de taux d'activité perd sa pertinence avec la mise en place d'un revenu de base (qui remplace notamment les retraites) Réduction du recours aux énergies fossiles, au profit de procédés de production plus intensifs en travail : pour la plupart des branches, le taux d'évolution de la productivité apparente du travail décroît jusqu'à devenir légèrement négatif sur la période 2030-2050(-10% de la valeur moyenne de la période 1990-2013 ; la productivité apparente du travail décroît donc légèrement), puis revient à une valeur nulle après 2050 ; La durée annuelle moyenne de travail par personne pour chaque branche est réduite de 30% entre 2015 et 2035, puis remonte progressivement à 75% de la valeur initiale entre 2050 et 2060 ; Le salaire horaire brut évolue pour chaque branche avec la productivité horaire apparente du travail.
Budget Public		<ul style="list-style-type: none"> Mise en place progressive d'un revenu maximal dès 2016, dont le seuil s'abaisse progressivement de 100 fois à 4 fois le salaire minimal en 2050 (soit 36000€/an en 2050). En première approximation, nous traduisons dans notre modèle l'impact de ce revenu maximal sur les recettes par un prélèvement de 11.5% de la masse totale des revenus hors pensions, retraites et rentes³⁸⁹.

³⁸⁹ La mise en place d'un revenu maximal peut en pratique prendre la forme d'un impôt « décapitaire ». Si la distribution primaire des revenus au sein des entreprises demeure inchangée, cet impôt est susceptible de générer des recettes par prélèvement de la partie des hauts revenus excédant le plafond de revenu fixé. Il nous semble toutefois plus probable qu'un tel impôt induise plutôt une évolution de la distribution primaire dans le sens d'une répartition plus égalitaire des revenus au sein des entreprises, c'est-à-dire par une répartition *en interne* de la partie des revenus excédant le plafond. Dans ce cas, la mise en place du revenu maximal peut engendrer un accroissement général des revenus et des salaires inférieurs au plafond, augmentant ainsi la base de prélèvement des cotisations sociales et de l'impôt sur le revenu. Il est n'est toutefois pas impossible que la mise en place d'un revenu maximum soit répercutée sous la forme d'une baisse du prix des produits plutôt que d'une redistribution des revenus en interne, ou encore d'une baisse du niveau de production à structure des revenus inchangés. La traduction que nous proposons ici (un prélèvement à hauteur de 11.5% de la masse totale des revenus, hors pensions, retraites et rentes) reflète plutôt le premier ou le second cas de figure. Cette

		<p>Le système fiscal et les taux d'imposition sont supposés inchangés par ailleurs (sauf disparition de la CRDS en 2017) ;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les dépenses publiques des différents postes évoluent en fonction des hypothèses recueillies lors de l'entretien, en partie rassemblées dans le Tableau 32; en particulier : mise en place d'un revenu de base (400€ pour -18 ans, 700€ pour +18ans) à partir de 2025, se substituant à la plupart des postes de dépense de protection sociale. Ce revenu de base évolue progressivement jusqu'à 1/3 de sa valeur initiale en 2050 ; • Taux de référence sur les bons du trésor et OAT à 5 ans : 1.2% (valeur 2012, historiquement basse, soit un taux d'intérêt sur la dette publique brute ~ 2.3%, en parallèle d'un taux d'inflation de 2% qui monte à 2.3% entre 2025 et 2040) .
Impacts biophysiques	Agriculture, Industries, Services, Branches énergie	<ul style="list-style-type: none"> • Le taux d'amélioration annuel des intensités énergétiques des différentes branches, initialement égal au taux moyen observé sur la période 1996-2012, évolue progressivement vers zéro en 2050 – Pour les branches de l'énergie, nous supposons ce taux nul vers 2035 ; • Le taux d'amélioration annuel des intensités émissives en polluants atmosphériques des différentes branches, initialement égal au taux moyen observé sur la période 1995-2011, évolue progressivement vers zéro en 2050 – Pour la branche de l'électricité, nous supposons que les taux deviennent négatifs entre 2025 et 2040 (sortie rapide du nucléaire par recours temporaire aux énergies fossiles pendant le développement des énergies renouvelables) ; • Par défaut, intensités en production de différents types de déchets constantes pour chaque branche (valeurs de 2010) ; • Par défaut, intensités des différents usages de l'eau constantes pour chaque branche (valeur de 2009).
	Transport	<ul style="list-style-type: none"> • Evolution de la mobilité locale et longue distance, des parts modales, des taux d'occupation des véhicules selon les hypothèses rassemblées dans le Tableau 32 (annexe1); • Le taux d'amélioration annuel des consommations unitaires des différents modes de transport diminue progressivement de 1%/an en 2010 à une valeur nulle en 2060. • Fret : report modal de 10% du tonnage transporté du routier vers le ferroviaire
	Résidentiel	<ul style="list-style-type: none"> • La part des ménages ayant une résidence secondaire diminue progressivement jusqu'à une valeur négligeable en 2060 ; • Proportion « Maisons individuelles/logement en immeuble collectifs » constante pour les constructions neuves ; • Les consommations unitaires de chauffage des logements d'avant 1975 sont ramenées au niveau de celles des logements construits pendant la période 1975-1981, et celles des logements de la période 1975-1981 sont réduites de 25% entre 2030 et 2050 (actes de rénovation thermique limités et élémentaires) ; les consommations unitaires de chauffage de tous les bâtiments neufs d'après 2012 sont supposés s'ajuster à 40kWh/m²/an (plafond de la RT2012 ~50kWh/m²/an); « facteur de satisfaction » de chauffage divisé par 2 pour traduire une évolution des comportements (« pull-over plutôt que chauffage ») ; • « Facteur de satisfaction » pour l'eau chaude sanitaire diminué de 40% ; • Usages énergétiques pour la cuisson constants par personne à taille de ménage donné ; • Mix énergétique de chauffage, de cuisson et d'ECS supposé identique à celui des bâtiments de la période 1999-2011 ; • Les consommations d'électricité spécifique évoluent selon les hypothèses par défaut (cf. <i>chapitre 4</i> Tableau 4), les consommations énergétiques des équipements du froid et du lavage sont supposées diminuer de 30 à 40% d'ici 2060 (optimisation des équipements et de leur usages, et usages modérés).

approximation, basée faute de mieux sur la distribution par déciles des salaires nets annuels à temps complet de 2010 (source INSEE), est probablement sous-estimée, étant donné qu'elle ne prend pas en compte une partie des revenus du capital pourtant concernés par la proposition envisagée ici. Une étude plus approfondie des conséquences fiscales possibles d'un revenu maximal serait la bienvenue sur ce point.

Tableau 28 - Résultats du scénario issu de l'entretien C - Indicateurs socioéconomiques

Résultats du scénario issu de l'entretien C – Indicateurs socioéconomiques –					
Indicateur		Valeur en 2010	Valeur en 2035	Valeur en 2060	Variation 2060/2010
Population	[Millions]	64.6	68.1	66.6	+3%
Nombre de ménages	[Millions]	28	28.3	24.9	-11%
Population active*	[Millions]	29.6	28.8	27.5	-7%
Taux d'activité global (pop. active / pop. totale)*		0.46	0.42	0.41	-11%
Consommation effective finale agrégée (ménages et APU)	[Mds€2010]	1604	1353	842	-48%
Valeur Ajoutée totale (PIB)	[Mds€2010]	1801	1455	903	-50%
Demande totale d'heures travaillées	[Mds d'heures]	40.1	29.0	27.3	-32%
Nombre d'emplois	[Millions]	26.8	28.2	27.5	+2.6%
Taux de chômage		9%	1.6%	0%	-100%
Solde budgétaire public	[Mds€2010]	-136	-49	114	-184%
Solde budgétaire public primaire (hors intérêts sur la dette publique)	[Mds€2010]	-85	-12	121	-242%
Dette publique brute	[Mds€2010]	1512	2651	538	-64%
Ratio Dette/PIB		84%	180%	59%	-30%

* Le concept de population active perd sa pertinence dans ce scénario. Les chiffres correspondent à l'hypothèse de taux d'activités constants par âge et sexe

Tableau 29 - Résultats du scénario issu de l'entretien C - Indicateurs environnementaux

Résultats du scénario issu de l'entretien C – Indicateurs environnementaux –					
Catégorie d'indicateur		Indicateur	Valeur en 2060	Variation 2060/2010	
Energie		Consommation d'énergie finale (approche empreinte)	[Mtep/an]	75.9	-75%
		Consommation d'énergie finale (approche territoire)	[Mtep/an]	74.1	-72%
		Empreinte énergie finale par personne	[tep/pers./an]	1.14	-76%
Emissions de Polluants atmosphériques (Approche empreinte)	Substances relatives à l'acidification, l'eutrophisation et à la pollution photochimique	Oxydes de soufre (SO _x)	[kt/an]	47	-91%
		Oxydes d'azote (NO _x)	[kt/an]	203	-85%
		Ammoniac (NH ₃)	[kt/an]	134	-81%
		Indicateur « Acide équivalent » (Aeq)	[kt/an]	14	-84%
		Monoxyde de carbone (CO)	[kt/an]	1178	-76%
		Composés organiques volatils autres que le méthane (COVNM)	[kt/an]	204	-85%
	Substances relatives à l'accroissement de l'effet de serre	Méthane (CH ₄)	[kt/an]	440	-90%
		(et CH ₄ en équivalent carbone)	[MtCO ₂ eq/an]	9.2	
		Oxyde nitreux (N ₂ O)	[kt/an]	107	-46%
		(et N ₂ O en équivalent carbone)	[MtCO ₂ eq/an]	32.9	
		Dioxyde de carbone (CO ₂)	[Mt/an]	97	-81%
		Hydrofluorocarbones (HFC)	[MtCO ₂ eq/an]	3.8	-76%
		Perfluorocarbones (PFC)	[MtCO ₂ eq/an]	0.18	-87%
		Hexafluorure de soufre (SF ₆)	[MtCO ₂ eq/an]	0.34	-76%
		Pouvoir de Réchauffement Global (PRG)	[MtCO ₂ eq/an]	138	-79%
		PRG moyen par personne	[tCO ₂ eq/pers/an.]	2.07	-80%
		PRG cumulé sur la période 2010-2060	[GtCO ₂ eq/an]	17.4	
		PRG cumulé moyen par personne 2010-2060	[tCO ₂ eq/pers/an.]	260	
	Particules en suspension	Particules inférieures à 10µm (PM ₁₀)	[kt/an]	98	-70%
		Particules inférieures à 2.5µm (PM _{2.5})	[kt/an]	124	-69%
	Usages de l'eau (approche empreinte)	Eau Bleue	[10 ⁹ m ³ /an]	11	-49%
		Eau Verte	[10 ⁹ m ³ /an]	60	-17%
		Eau Grise	[10 ⁹ m ³ /an]	13.5	-30%
	Production de déchets du secteur productif (hors ménages) (approche empreinte)	Déchets non dangereux	[Mt/an]	160	-53%
		Déchets dangereux	[Mt/an]	5.4	-50%

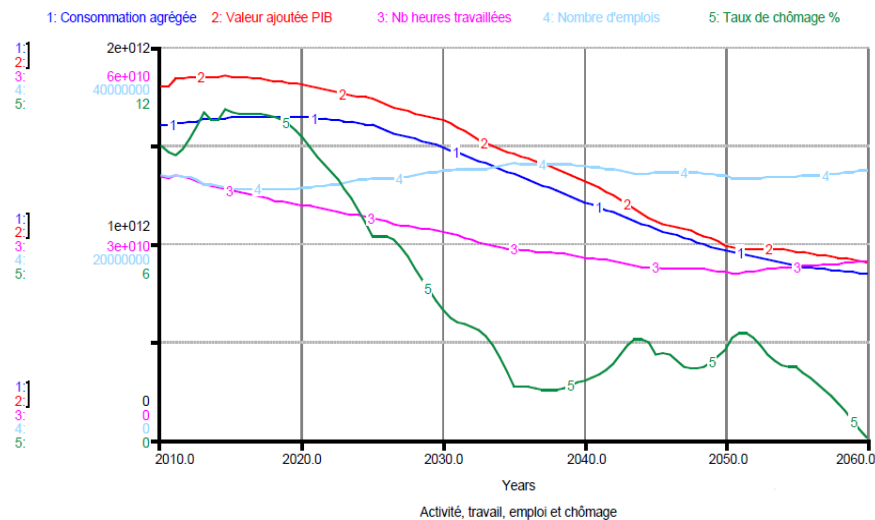


Figure 100- Activité, travail, emploi, chômage - Scénario issu de l'entretien C

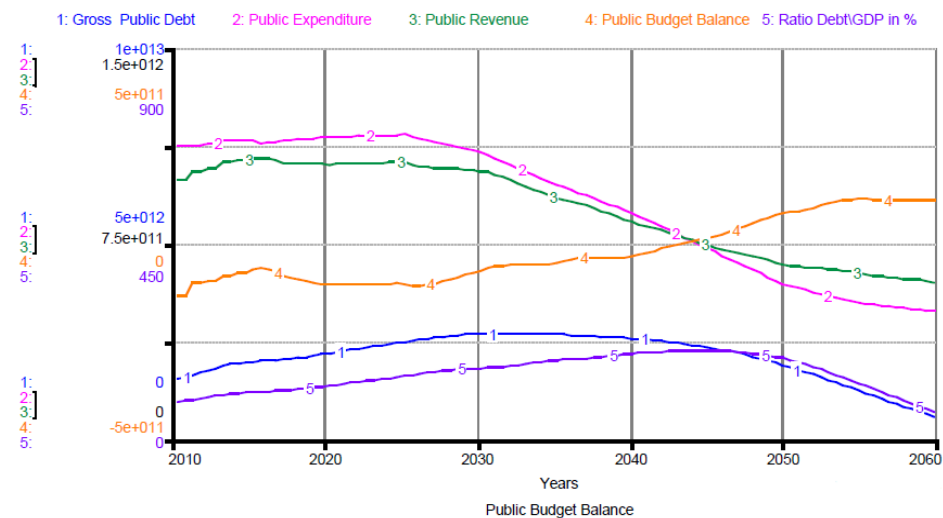


Figure 101 - Evolution des finances publiques - Scénario issu de l'entretien C

Usages de l'énergie (approche empreinte) - Scénario de l'entretien C

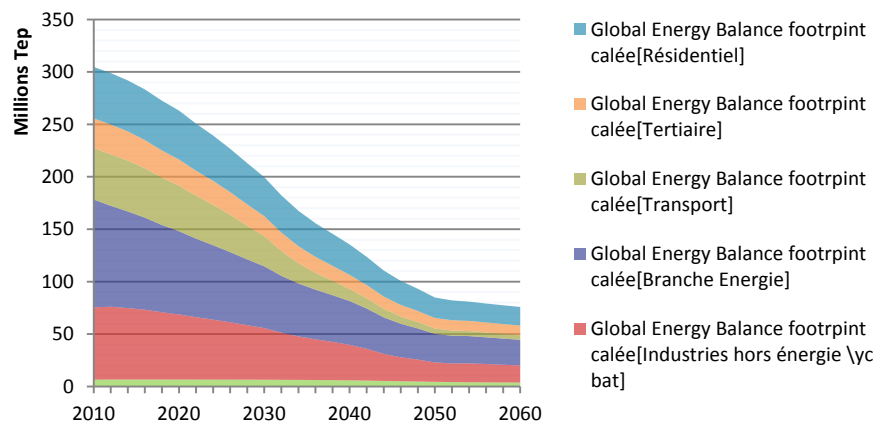


Figure 102 - Usages de l'énergie (approche empreinte) - Scénario issu de l'entretien C

Emissions de GES (approche empreinte) - Scénario de l'entretien C

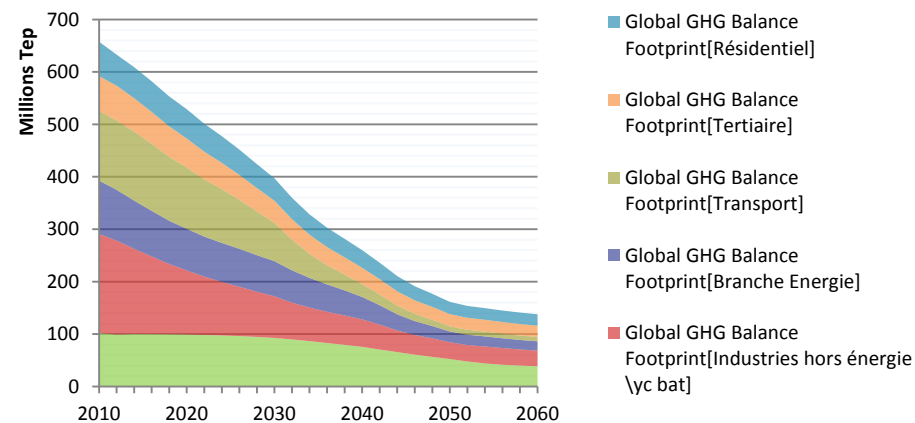


Figure 103 - Emissions de GES (approche empreinte) - Scénario issu de l'entretien C

5.1. Activité, emploi, chômage

Dans chacun des trois scénarios modélisés, l'évolution vers des modes de vie et de consommation plus « sobres », l'accroissement de la durée de vie des équipements (amélioration qualitative et réparations), leur mutualisation, accentuée par les choix de cohabitation qui résultent en une augmentation de la taille moyenne des ménages, ainsi que le transfert de certaines activités vers la sphère de l'autoproduction et de l'économie non marchande, - et de manière plus générale, les différents choix d'organisation sociale - conduisent à une diminution plus ou moins marquée de la consommation finale agrégée par personne (Scénario A :-15% / Scénario B :-30% / Scénario C :-49% sur 2010-2060).

Dans le scénario A (Figure 91), cette évolution est à peu près entièrement compensée par la croissance démographique, ce qui conduit à une consommation agrégée totale et un niveau de production agrégée relativement stables sur l'ensemble de la période. La productivité horaire apparente du travail continuant de s'accroître tendanciellement pour la majorité des branches – à un taux cependant de plus en plus faible- la demande de travail diminue sur la première partie de la période (-21% entre 2010 et 2035). La réduction de la durée du travail rétribué entre 2015 et 2030 (-25%), bien qu'associée à des gains de productivité supplémentaires, résulte toutefois en une création nette d'emplois et une réduction du taux de chômage qui tombe autour de 3% vers 2030. Toutefois, celui-ci revient assez rapidement à 8% en 2040 et jusqu'à la fin de la période, notamment sous l'effet de la croissance de la population active. Ce niveau de chômage est à considérer conjointement avec la mise en place progressive d'un « revenu de base »³⁹⁰ entre 2015 et 2030 (500€/mois à partir de 18 ans, et 1000€/mois en moyenne à partir de 60 ans³⁹¹), et une flexibilisation du « marché de l'emploi », supposée réduire le chômage de longue durée.

Dans le scénario B (Figure 96), la croissance démographique (+16% sur 2010-2060) ne compense que partiellement la réduction de la consommation par personne, et la consommation agrégée totale évolue à la baisse (-17% entre 2020 et 2050). Cette évolution marquée de la demande, ajoutée à l'accroissement tendanciel de la productivité apparente du travail (essentiellement jusqu'en 2030, les gains de productivité étant très limités par la suite) conduit à une réduction assez forte de la demande en heures travaillées au cours de la première moitié de la période (-24% entre 2015 et 2040). De même que pour le scénario A, la réduction du temps de travail (-33% entre 2015 et 2040) permet une augmentation du nombre d'emplois (+16% sur la même période) et une réduction du taux de chômage qui passe en dessous de 4% vers 2025, et s'y maintient jusqu'à la fin de la simulation.

Dans le scénario C (Figure 100), la consommation agrégée totale évolue dans les mêmes proportions que la consommation par personne, la croissance démographique étant très limitée (+3% entre 2010 et 2060). Alors que la relocalisation de l'économie joue dans le sens d'un accroissement de la production sur le territoire national³⁹², l'évolution des processus de production représentée *via* les coefficients techniques se traduit par une diminution des consommations intermédiaires. Le résultat est une diminution légèrement plus marquée du PIB (-50%) et de la production agrégée (-55%). La demande en nombre d'heures de travail nécessaires décroît dans une moindre mesure (-35% entre 2010 et 2050), du fait, d'une part, d'un recours à des procédés de production moins intensifs en capital et en énergie, mais probablement un peu plus en travail (ce que l'on traduit ici par un fort ralentissement, puis, entre 2030 et 2050, une faible inversion de la tendance aux gains de productivité apparente du travail) ; et d'autre part, par le fait que la demande décroît davantage dans des branches peu intensives en travail³⁹³. Si l'on suppose que les taux d'activité demeurent constants par âge et sexe, une diminution régulière de la durée du travail rétribué de 30% entre 2015 et 2035 se traduirait ici par

³⁹⁰ Ou « revenu inconditionnel d'existence ».

³⁹¹ Le montant étant modulé sur la base d'un système de cotisations.

³⁹² Notons que dans ce scénario le déficit commercial se réduit (-14Mds€ en 2060 contre -54Mds en 2010).

³⁹³ Notons que la demande finale de la branche des services de réparation de biens, laquelle est relativement intensive en travail, double dans ce scénario.

une baisse du taux de chômage, qui fluctuerait en dessous de 2.5% après 2030 et jusqu'à la fin de la période, la demande se stabilisant progressivement, et la population active évoluant peu dans ce scénario.

A travers le scénario « croissance verte », nous avons implicitement abordé le problème du chômage selon la tendance dominante – et néanmoins très particulière –, qui conduit au niveau macroéconomique à le poser à peu près en ces termes : « *comment faire pour que, malgré les gains de productivité, l'économie consomme autant de travail que par le passé ? Comment faire pour que de nouvelles activités rémunérées viennent occuper ce temps que, à l'échelle de la société, les gains de productivité libèrent ?* » (Gorz, 1993a, p. 57). Dans les scénarios A et C, au contraire, la mise en place d'un revenu de base venant se substituer, entre autres, aux pensions de retraite et aux indemnités de chômage, invite à reposer la question de l'activité, de l'emploi et du chômage sous un angle radicalement différent. Dans ces scénarios, la réduction du temps de travail *rétribué* et le revenu de base ne sont en effet pas envisagés comme des instruments de gestion technocratiques et palliatifs à un déficit d'emplois rémunérés³⁹⁴, mais bien au contraire comme des éléments clés d'un projet politique. Ils sont supposés constituer ensemble des outils de transformation sociale, ayant pour but d'offrir davantage de temps disponible à tout le monde, dans l'optique d'un développement de la sphère de mise en commun, d'activités relationnelles et communautaires, et de formes de coopération volontaires et auto-organisées, dégagées de la rationalité marchande et des rapports d'argent. Le temps libéré du travail rémunéré reste donc en partie du temps d'activité. Ces deux propositions rejoignent ici l'idée d'un transfert de certaines activités vers la sphère de l'économie de réciprocité non marchande. Dans un tel cadre, les concepts d'activité, d'emploi, et de chômage perdent en partie leur pertinence. Par exemple, si dans le scénario A, le passage du revenu de base de 500 à 1000€ par mois après 60 ans peut constituer une forme de pension de retraite et maintenir une frontière fictive entre « activité » et « inactivité », un tel seuil n'existe pas dans le scénario C : dès lors, comment envisager l'évolution du taux d'activité qui en résulterait ? Par ailleurs, dans le cas d'un fort développement de l'économie non marchande tel qu'envisagé dans ce même scénario, le taux de chômage et le nombre d'emplois rémunérés constituent des indicateurs de plus en plus parcellaires et insuffisants : dans un tel scénario, l'emploi salarié ne constitue plus nécessairement le facteur prépondérant d'intégration sociale, ni même le moyen essentiel d'assurer ses conditions matérielles d'existence. Le développement de la multi-activité envisagé dans le scénario C rend de même l'analyse de la population en termes de catégories socioprofessionnelles de moins en moins pertinente³⁹⁵. On constate bien ici l'inadéquation des cadres conceptuels et statistiques et des indicateurs numériques usuels à l'appréhension de scénarios de sortie de l'économie de marché.

³⁹⁴ L'une des critiques parfois opposée à l'idée d'un revenu de base étant que celui-ci, s'il ne s'accompagne pas d'une redistribution du travail socialement nécessaire, ou d'un développement dans l'espace public d'autres activités sociales, pourrait conduire à pérenniser des formes d'exclusion sociale en constituant une dispense de travail et en maintenant certaines personnes à l'écart de la sphère économique. Par ailleurs, en ce qui concerne la réduction du temps de travail, il serait difficile, en pratique, de gérer celle-ci en fonction de gains de productivité difficilement prévisibles. Sa gestion étant difficilement réalisable sur la base de critères technocratiques, la réduction du temps de travail relève donc en premier lieu d'un choix politique.

³⁹⁵ Citation extraite de l'entretien : « *On vit plusieurs vies par jour ...* »

5.2. Finances publiques

En ce qui concerne l'évolution des finances publiques, celle-ci se caractérise, pour le scénario A (Figure 92) comme pour le scénario B (Figure 97), par une aggravation prononcée du déficit public, et par une importante augmentation de la dette publique (scénario A : +842% /scénario B : +628% sur la période 2010-2060). Dans le scénario A, cette évolution résulte d'une part d'une réduction programmée de la taxe sur la valeur ajoutée (TVA) (-70%, soit une diminution de 116Mds€ de recettes entre 2020 et 2050) ; et d'autre part, d'une augmentation des dépenses (+19% hors intérêts de la dette), laquelle s'explique en partie par la croissance de la population et son vieillissement structurel. En particulier, le revenu de base implémenté ici est sensible à ce dernier phénomène, puisqu'il attribue un montant deux fois supérieur aux personnes âgées de plus 60 ans, dont la part dans la population est croissante³⁹⁶. Les dépenses sont également affectées -mais dans une moindre mesure- par une plus grande prise en charge des dépenses de santé par la sécurité sociale. Dans le scénario B, les recettes publiques diminuent dans l'ensemble (-23% entre 2015 et 2060) en suivant l'évolution de l'activité économique dont elles dépendent pour l'essentiel, tandis que les dépenses – hors intérêts de la dette – restent stables : les réductions sur certains postes, notamment au niveau des retraites³⁹⁷, compensent l'accroissement des dépenses de santé (+55% soit +87Mds€, dont près de la moitié liée à la prise en charge croissante des dépenses) et d'enseignement (+60% soit +68Mds, imputable ici aussi à une participation croissante aux dépenses, ainsi qu'à un fort développement de la formation continue). Dans ces deux scénarios, au fur et à mesure que la dette augmente, les intérêts pèsent de plus en plus lourd dans le budget total (ils atteignent respectivement 44 et 48% du déficit budgétaire total en 2060), accélérant en retour la croissance de la dette (effet « boule de neige »).

Le scénario C, pour lequel, contrairement aux précédents, le participant a eu l'opportunité d'effectuer des ajustements suite à la présentation des résultats d'une première simulation, propose quant à lui une trajectoire différente (Figure 101): du côté des recettes, le système de prélèvement des administrations publiques est par simplicité supposé inchangé, à l'exception de l'instauration d'un « revenu maximum acceptable » (RMA) dès 2016, dont le seuil, initialement élevé et symbolique, est progressivement abaissé de 100 fois jusqu'à 4 fois le montant du salaire minimal à temps plein en 2050³⁹⁸. Le montant total des recettes, stable dans un premier temps, commence à évoluer à la baisse à partir de 2025, en suivant le niveau d'activité économique (-44% entre 2025 et 2060). Les dépenses publiques sont, elles, relativement inchangées jusqu'en 2025, date à laquelle est mis en place un revenu de base qui se substitue à l'ensemble des dépenses de protection sociale, excepté les aides compassionnelles (handicaps, etc.) qui sont maintenues. Avec un montant initial de 400€/mois pour les moins de 18 ans et de 700€/mois à partir de 18 ans, sa dépense globale coïncide avec celle de l'ensemble des postes qu'il remplace. Conjugué à la réduction de la durée du travail salarié, ces mesures sont supposées offrir des conditions matérielles et temporelles permettant une réappropriation citoyenne de la politique (c'est-à-dire une repolitisation de la société et une resocialisation de la politique), notamment à travers le développement d'initiatives citoyennes locales, d'expérimentations et d'alternatives concrètes (exemple de la production locale de nourriture et de jardins communautaires, de mise en place de monnaies locales, de la gestion de régies publiques pour l'énergie, l'eau, etc.), visant à offrir l'accès à des biens et services dont la propriété et la gestion seraient collectives. Revenu de base et réduction du temps de travail sont ainsi envisagés dans ce scénario comme des outils de départ d'une transition culturelle, psychologique, sociale, économique, institutionnelle et politique progressive mais profonde. Au fur et à mesure que se développent

³⁹⁶ Au moment de son implémentation (2016-2030), le montant global du revenu de base du scénario A correspond toutefois à peu près à celui des prestations « vieillesse et survie » (retraites), des allocations chômage, de l'aide au logement, et des dépenses d'exclusion sociale (dont RSA), auquel il se substitue.

³⁹⁷ Dans ce scénario B, le budget global des retraites est diminué de 22% (réduit à 230Mds€2010) par rapport à 2010 d'ici 2040, ce qui implique une division par deux du montant moyen des pensions par personne, celle-ci étant associée à une répartition plus égalitaire des prestations.

³⁹⁸ Représenté en première approximation sous la forme d'un prélèvement proportionnel à la masse salariale totale (Tableau 27), la recette annuelle engendrée par ce revenu maximal atteint 56Mds€ en 2050.

ces initiatives et que se mettent en place leurs réseaux de solidarités, le revenu de base évolue partiellement vers des formes démonétarisées, par exemple sous forme de services, de droits d'accès, d'usage ou de droits de « tirage » (e.g. en énergie ou en eau, fournies par les collectivités locales s'en étant réapproprié la gestion). Son montant monétaire par personne diminue ainsi progressivement jusqu'à un tiers de sa valeur initiale en 2055. En parallèle, sont « rationalisés » ou réduits divers postes de dépenses publiques (en particulier les « affaires économiques » et les « services généraux des administrations publiques », (cf. Tableau 32), que la simplification des institutions, le revenu de base et le développement des initiatives citoyennes sont supposés rendre superflues. Les dépenses publiques d'enseignement restent stables, la participation croissante aux dépenses (100%) étant compensée par les évolutions démographiques. Les dépenses publiques de santé évoluent dans un premier temps à la hausse (+21% de 2010 à 2035) sous l'effet surtout d'une prise en charge croissante des dépenses par la sécurité sociale (100% en 2055), avant de décroître jusqu'en 2060 à 75% de la valeur de 2010, en raison d'une évolution des coûts et des pratiques (médecine préventive, remise en cause des brevets sur les médicaments, généralisation des connaissances élémentaires et autonomisation des personnes, évolution culturelle et changement de paradigme autour de l'acceptation de la fin de vie³⁹⁹). Au final, dans ce scénario, le total des dépenses publiques diminue de façon marquée entre 2025 et 2060 (-58%), jusqu'à devenir inférieur de près de 20% aux recettes à la fin de la période. Ainsi, le solde budgétaire, initialement déficitaire, se redresse progressivement à partir de 2025, devient excédentaire aux alentours de 2045, et se stabilise autour de +114Mds€ sur les cinq dernières années de la simulation. Conséquence de ces évolutions, la dette publique s'accroît dans un premier temps (+36% entre 2015 et 2030), puis se stabilise entre 2030 et 2035 autour de 2670Mds€ – le déficit budgétaire limité étant compensé par l'inflation qui s'élève à 2.3% à partir de 2030, soit la valeur du taux nominal apparent sur la dette⁴⁰⁰ (hypothèse de réappropriation citoyenne des banques centrales et de contrôle de l'émission monétaire) –, puis décroît significativement jusqu'à la fin de la période, où elle représente 538Mds€, soit l'équivalent de 59% du PIB⁴⁰¹.

Une variante possible du scénario C a aussi été envisagée, dans laquelle le montant individuel du revenu de base est progressivement réduit à 50% de sa valeur initiale en 2055 plutôt qu'à un tiers (soit 200€/mois pour les moins de 18 ans, 350€/mois à partir de 18 ans). Dans cette variante, le solde budgétaire reste à peu près à l'équilibre après 2045 (légèrement excédentaire), ce qui conduit à une diminution moins rapide de la dette publique, qui représente 1512Mds€ à l'horizon 2060, soit, à peu de choses près, le montant de l'année 2010. Le ratio « dette publique/PIB » est alors de 166% en fin de période.

Soulignons que le système fiscal demeure relativement inchangé dans chacun de ces trois scénarios. En effet, si la question des dépenses publiques a généralement été traitée de manière assez détaillée par les participants aux entretiens, celle des recettes n'a pas été autant approfondie, par simplicité de réponse lors de l'entretien (scénario C), mais parfois aussi en raison, semble-t-il, de la complexité de l'appareil fiscal français, qui le rend difficile à appréhender⁴⁰².

³⁹⁹ En ce qui concerne le secteur de la santé, la vision proposée ici renvoie en plusieurs points à la posture d'Illich (Illich, 1975c) : « *Les gens bien portants n'ont pas besoin de l'intervention d'autocrates pour s'accoupler, enfanter, assumer la condition humaine et mourir. [Les gens bien portants ne sont pas des gens bien médicalisés mais] des gens qui logent dans des maisons saines, mangent une nourriture saine ; dans un milieu qui leur permet d'enfanter, de grandir, de travailler et de mourir ; soutenu par une culture qui favorise l'acceptation consciente des limites : la population ne peut augmenter indéfiniment ; la vieillesse ne peut être indéfiniment prolongée ; la guérison est rarement complète ; la mort est toujours présente* ».

⁴⁰⁰ Autrement dit, le taux d'intérêt réel sur la dette publique est supposé nul après 2030. Cette faible évolution du taux d'inflation n'a qu'un impact limité sur les résultats : elle se traduit essentiellement par une diminution plus précoce du volume de la dette (à partir de 2035, au lieu de 2040 si le taux était maintenu à 2%).

⁴⁰¹ Du fait de la décroissance du PIB, le ratio « dette publique /PIB » continue d'augmenter jusque vers 2045 où il dépasse 200% avant de revenir en dessous de 60% à la fin de la période.

⁴⁰² Des participants ont par exemple évoqué le « *manque de transparence* » du système fiscal (participants A), et sa complexité (« *le système d'imposition est une usine à gaz* », « [...] beaucoup de métiers sont complètement inutiles dans le sens où ils sont liés à la complexité des institutions » (participant C))

5.3. Impacts environnementaux

Concernant le volet environnemental, les trois scénarios se traduisent dans l'ensemble par une atténuation prononcée des différents types d'impacts, selon des voies toutefois différentes.

Dans le scénario A, cette diminution des impacts résulte en partie d'une évolution de la nature des consommations des ménages et des modes de vie (notamment, pour le résidentiel, l'augmentation de la taille moyenne des ménages ; pour l'agriculture : la réduction de la consommation de viande ; pour le secteur des transports : relocalisation, diminution de la distance des déplacements longue distance, évolution des parts modales) mais aussi et surtout, à une accentuation des gains d'efficacité énergétique et des réductions d'intensités émissives entre 2015 et 2045 (à des rythmes de 1.3 à 1.5 fois plus élevés que la tendance récente). Ces évolutions conduisent à une réduction de l'empreinte énergétique de 59% (Figure 93), des émissions de GES de 65% (Figure 94), de celles de particules fines de 63%, et à une diminution de l'indicateur acide équivalent (Aeq) de 70% entre 2010 et 2060. Les émissions *cumulées* totales de GES sur la période 2011-2050 atteignent, en termes d'empreinte, 16.1GtCO₂eq, soit, ramené à la population, 234tCO₂eq/personne : une valeur légèrement inférieure à celle du scénario « croissance verte », mais toujours du même ordre de grandeur que le budget carbone moyen par personne des scénarios du GIEC pour lesquels une élévation de température de moins de 4°C est jugée « *plus improbable que probable* ». Le volume annuel total de déchets produits évolue peu sur l'ensemble de la période (-2.6%).

Dans le scénario B, ces évolutions sont plus marquées : celles-ci sont ici aussi liées à des hypothèses fortes d'amélioration des processus de production (l'efficacité énergétique des différentes branches et les intensités émissives sont supposées s'améliorer à un rythme généralement deux fois plus élevé que celui de la tendance récente à partir de 2030), ces améliorations étant principalement envisagées par le biais de solutions « *low-tech* »⁴⁰³. L'évolution des modes de vie joue cependant un rôle un peu plus important ici que dans le scénario A : pour le secteur résidentiel, par exemple, l'augmentation un peu plus marquée de la taille moyenne des ménages, ou encore l'évolution –limitée– des habitudes de chauffage, permettent, malgré des objectifs moins ambitieux en termes de consommations unitaires de chauffage du parc (dans le neuf comme pour les rénovations), une réduction des consommations énergétiques et des émissions du secteur de même ampleur que dans le scénario A. Dans le secteur des transports, la réduction de plus de 80% de la consommation énergétique et des émissions de GES est en grande partie imputable à la baisse marquée de la mobilité longue distance, et à la forte réduction de la part de l'automobile au profit des transports collectifs. Enfin, la transition vers une agriculture biologique de petite échelle ainsi que la forte réduction des activités d'élevage (liée notamment à des régimes alimentaires moins carnés) conduisent à une diminution substantielle des émissions de l'agriculture (GES : -58% ; Aeq : -91%). Au total, dans ce scénario, l'empreinte énergétique globale est réduite de 69% entre 2010 et 2060 (Figure 98), l'empreinte GES de 76% (Figure 99). L'empreinte GES cumulée sur la période 2011-2050 s'élève à 14.6GtCO₂eq, soit, ramenée à la population, 212tCO₂eq/personne.

Le scénario C, enfin, se caractérise par une atténuation globale de l'empreinte énergétique et des émissions de GES de même ampleur que pour le scénario B, malgré des hypothèses sensiblement différentes -moins « optimistes »- concernant les « améliorations » techniques. Dans ce scénario, en effet, le rythme d'amélioration de l'efficacité énergétique et des intensités émissives des différentes branches de production décroît progressivement à partir de 2020, jusqu'à une valeur négligeable après 2045 (moins de 10% de la tendance récente). De même pour les transports, où les gains annuels d'efficacité énergétique sont supposés se réduire jusqu'à s'annuler en fin de période, ainsi que pour le secteur résidentiel, où les améliorations d'ordre technique se limitent à des actes de rénovation élémentaires sur les logements anciens (construits avant

⁴⁰³ Par exemple, dans le secteur des transports, la réduction de la consommation unitaire des véhicules est supposée reposer essentiellement sur une réduction de leur puissance, de leur poids, etc.

1981)⁴⁰⁴. La réduction des impacts environnementaux (Figure 102 et Figure 103) est donc ici imputable pour l'essentiel aux facteurs non-techniques⁴⁰⁵, c'est-à-dire à l'évolution des modes de vie et de consommation, et aux choix d'organisation sociale : réduction volontaire des consommations matérielles et de services fondée sur un questionnement des « besoins » et des « usages » (notion de « bon usage » et de « mésusage »), au niveau individuel comme au niveau collectif ; ralentissement de la mobilité, en particulier longue distance, et évolution profonde vers des modes de déplacement « doux » (marche, bicyclette, pour les déplacements de proximité) et des transports collectifs, ce qui implique un autre rapport au temps et à l'espace ; etc. Au final, dans ce scénario C, l'empreinte énergétique est réduite de 75% entre 2010 et 2060, l'empreinte GES de 79%⁴⁰⁶. En 2050, les émissions de GES sur le territoire français représentent 174MtCO₂eq, soit une réduction de 73% par rapport à 1990. L'objectif « facteur 4 » est atteint vers 2055⁴⁰⁷. L'empreinte GES cumulée sur la période 2011-2050 s'élève à 15.3GtCO₂eq, soit, ramené à la population, 228tCO₂eq/personne⁴⁰⁸ : une valeur tout juste en ligne avec le haut de la fourchette de budget carbone mondial « égalitaire » des scénarios du GIEC pour lesquels une élévation de température de moins de 4°C est jugée « probable ». Notons également ici une diminution des différents usages de l'eau, ainsi qu'une division par deux de la production de déchets (dangereux et non-dangereux) entre 2010 et 2060. Cette réduction du tonnage de déchets – qui concerne également le scénario B dans une moindre mesure – étant permise par la baisse de l'activité dans le secteur de la construction, qui résulte surtout de l'augmentation de la taille moyenne des ménages, ainsi que, secondairement, de la réoccupation de logements inoccupés (logements vacants et ex- résidences secondaires) et du réemploi de bâtiments du secteur tertiaire inemployés du fait de la baisse d'activité économique.

Mentionnons par ailleurs, pour les scénarios B et C, une conséquence particulière de l'effet « d'accélération » des investissements (cf. [chapitre 4 §5.2](#)) qui résulte de l'inflexion et de la décroissance de la consommation et de l'activité économique: lorsque le rythme de décroissance du niveau désiré de certains actifs ou certains biens durables est plus élevé que leur rythme d'obsolescence, le niveau du stock existant devient temporairement supérieur au niveau désiré, si bien que la demande et la production de nouveaux biens tombent à zéro dans notre modèle. Toutefois, lorsque le niveau désiré du stock de biens, après avoir décliné, se stabilise à un niveau non nul, la production redevient nécessaire dès que l'érosion des stocks existants les fait décroître au-delà du niveau désiré. Cette dynamique s'observe dans notre modèle pour les actifs à relativement longue durée de vie, pour lequel le rythme d'érosion des stocks existants est assez lent, notamment les véhicules particuliers et surtout les logements. Bien que cet effet soit caricatural dans notre modèle, et qu'il est peu probable qu'il se traduise de manière aussi marquée en réalité (par exemple pour des questions d'hétérogénéité, de spatialité⁴⁰⁹, etc.), il mérite une certaine attention : un fort ralentissement de la

⁴⁰⁴ Dans l'ensemble, ces mesures de rénovation (les constructions neuves sont peu nombreuses dans ce scénario) conduisent à une diminution de 32% du besoin unitaire moyen *théorique* (c'est-à-dire sans prise en compte d'évolution des comportements ou des normes sociales de confort thermique) de chauffage de l'ensemble du parc, qui se stabilise à un peu moins de 100kWh/m² après 2040, contre environ 75kWh/m²/an dans le scénario B à l'horizon 2060, et 40kWh/m²/an dans le scénario A.

⁴⁰⁵ Le rôle des facteurs techniques n'est toutefois pas négligeable sur les 10-15 premières années de la simulation, en particulier pour le secteur de l'industrie (le rythme d'améliorations techniques étant encore significatif sur cette période).

⁴⁰⁶ Le secteur du transport est ici celui pour lequel l'évolution relative des émissions est la plus marquée.

⁴⁰⁷ Pour le scénario B, l'objectif « facteur 4 » est atteint vers 2053 ; pour le scénario A, il n'est pas atteint au cours de la période simulée.

⁴⁰⁸ Bien que pour le scénario C, les valeurs des indicateurs annuels en fin de simulations soient un peu inférieures à celles du scénario B, les valeurs cumulées sont légèrement supérieures (Figure 104). On voit là l'effet du « timing » de la transition, qui reflète d'une certaine manière un choix de compromis entre soutenabilité environnementale et soutenabilité du rythme de changement social. Bien que dans leur nature, les changements puissent être considérés moins profonds dans le scénario B que dans le C, leur rythme plus précoce peut les rendre plus « radicaux » de ce point de vue.

⁴⁰⁹ Par exemple, la demande de logements peut ne pas être localisée au même endroit que les logements existants. Les bâtiments du tertiaire ou les résidences secondaires peuvent aussi être localisés dans des cadres se prêtant mal à la vie tout au long de l'année (exemple de certains appartements dans des zones spécifiques comme les stations de ski), etc. De manière générale, cet effet d'accélération mériterait d'être étudié plus en détail pour des scénarios de Décroissance. Cela nécessiterait des données plus précises sur les durées de vie des différents biens, ainsi qu'une étude approfondie des

production, surtout s'il se prolonge, est susceptible d'entraîner des pertes de savoir-faire, et une atrophie de certaines industries, qu'il pourrait être difficile de redéployer par la suite, lorsque le besoin se fait de nouveau sentir. Ainsi, dans la perspective d'une trajectoire de décroissance, il pourrait être nécessaire, selon le rythme et l'ampleur de la transition, d'envisager la mise en place de dispositifs assurant la conservation, la « mise en cocon » temporaire de certains savoir-faire et de certaines industries en l'absence d'activité productive. La « flexibilité » de l'économie et sa capacité de réorientation devraient constituer, dans tous les cas, une condition essentielle à une telle transition.

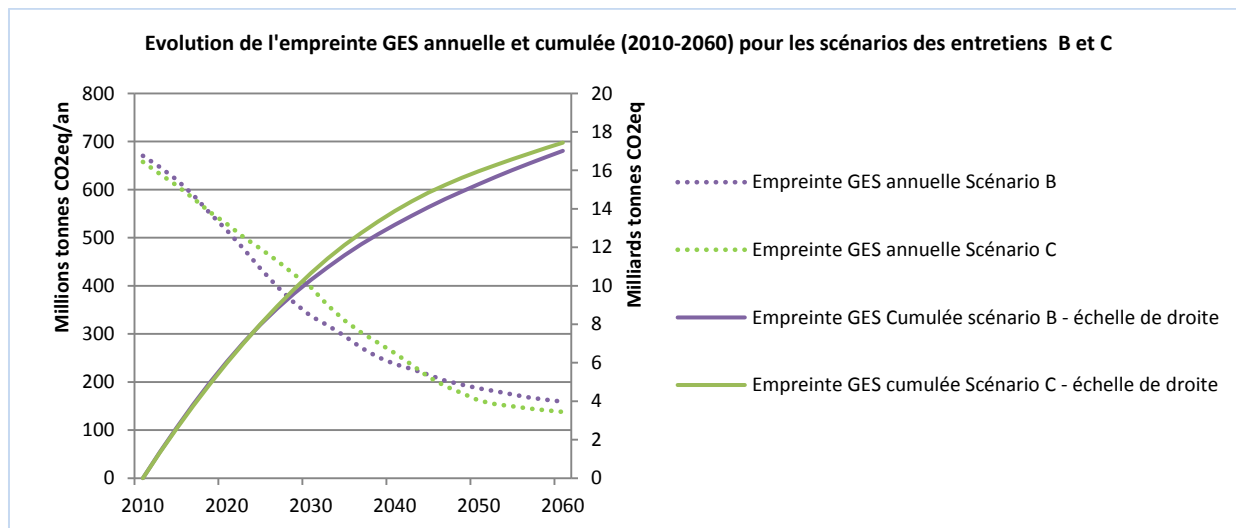


Figure 104 - Comparaison de l'empreinte GES annuelle et cumulée pour les scénarios B et C

possibilités de reconversion et de réemploi de différents biens ou actifs, et des modes de répartition envisageables des stocks existants.

6. En guise de non-conclusion...

*« Au début, on dit que c'est impossible pour ne pas avoir à le tenter
et effectivement, c'est impossible car on ne le tente pas »* [Charles Fourier]

Nous avons présenté, au cours de ce chapitre, les principaux résultats des modélisations de quelques scénarios, reflétant différentes hypothèses, et proposant différentes perspectives sur l'avenir. Ces scénarios mériteraient un examen public plus minutieux des résultats de leurs simulations, et surtout de leurs hypothèses. Il serait intéressant, en particulier, de prolonger ce travail de manière interactive, à la manière de ce qui a pu être fait pour le scénario C : en offrant la possibilité aux participants d'effectuer des ajustements, des modifications successives de leurs hypothèses – les propositions étant chaque fois susceptibles d'évoluer en fonction des résultats obtenus –, de tester plusieurs jeux d'hypothèses s'ils le désirent, jusqu'à éventuellement obtenir un scénario qu'ils jugent satisfaisant (« souhaitable et soutenable »), et que l'on peut alors soumettre à la discussion collective⁴¹⁰.

Pour le moment, en ce qui concerne ceux que nous avons présentés dans ce chapitre, le scénario « croissance verte » est peut-être celui qui nous semble le plus refléter les visions sous-jacentes aux orientations politiques actuelles : la poursuite de la croissance économique (sous la forme d'une évolution qualitative et quantitative de la production, de la consommation, des modes de vie) comme instrument central de *gestion* des problématiques socio-économiques, et l'atténuation de ses impacts environnementaux par le développement de nouvelles « solutions » technologiques. Ne requérant *a priori* aucun bouleversement majeur de l'organisation sociale, n'impliquant pas – à première vue⁴¹¹ – de remise en question des institutions établies, des rapports de force, et des structures de pouvoir au sein de la société, il présente, pour une fraction de celle-ci, les avantages et le caractère rassurant du conservatisme. Néanmoins, cette perspective repose sur l'hypothèse que ces « solutions » technologiques aux problèmes environnementaux – et à la question des ressources – seront toujours trouvées et implémentées à temps. Nos simulations soulignent, en particulier pour les enjeux climatiques, l'ampleur des améliorations techniques globales nécessaires à l'atteinte des objectifs actuels dans un tel scénario. Si la question environnementale doit être prise au sérieux, une telle perspective se présente alors comme un pari technique incertain et risqué.

Les scénarios construits sur la base des entretiens proposent quant à eux des options différentes. Le scénario C, en particulier, qui nous semble être celui qui intègre les propositions des mouvements de la Décroissance de la manière la plus poussée et systémique ici, n'accorde qu'un rôle mineur aux innovations technologiques. Il implique par contre une transformation progressive et en profondeur de l'imaginaire social, des mentalités et des pratiques, des modes de vie et de l'organisation sociale dans son ensemble, susceptible de conduire à une reconfiguration profonde des rapports sociaux, des institutions et de leur rôle – celui du marché et de l'Etat en particulier –, et des structures de pouvoir. Les indicateurs numériques et les cadres statistiques usuels de l'économie quantitative (en particulier concernant les notions de travail, de chômage, d'emploi, ou de catégories socio-professionnelles⁴¹²) se révèlent alors limités pour appréhender une telle transformation dans sa globalité, puisque celle-ci confère à leur objet – i.e. la composante marchande de l'économie – une place de moins en moins centrale. L'hypothèse d'un essor d'activités non marchandes, communautaires,

⁴¹⁰ Il n'est pas impossible, cependant, que l'exercice, dans certains cas, n'aboutisse à aucun résultat considéré satisfaisant, ou bien conduise à un rejet du modèle par les participants, si ces derniers jugent celui-ci inapproprié. La flexibilité de notre modèle a permis jusqu'à présent de l'adapter dans une certaine mesure à différentes hypothèses ou propositions initialement non envisagées. Toutefois, s'il devait être jugé inadapté par les participants dans sa structure même ou dans la définition de son périmètre, il conviendrait de reprendre l'exercice en y étendant la dimension participative en amont, à la phase de conception du modèle, de choix des indicateurs, etc.

⁴¹¹ A première vue seulement, car la technologie n'est pas un élément neutre : l'Histoire offre une succession d'exemples de ses répercussions sur les modes d'organisation sociale.

⁴¹² Dans la même veine, l'idée d'un développement de l'habitat partagé est difficile à traduire à travers la notion de « ménages ».

autodéterminées et autogérées, et du développement à travers elles de systèmes de solidarités organiques, supposés accompagner ce « *rétrécissement de la sphère régie par la rationalité économique* » (Gorz, 1993a, p. 93), et sur laquelle repose le « succès » d'une telle transition, nécessiterait d'être étudiée avec d'autres outils. Les questions laissées en suspens ne sont donc pas moins nombreuses dans un tel scénario, ni moins complexes. Par exemple, les évolutions globales des consommations matérielles envisagées ici sont-elles effectivement soutenable d'un point de vue social ? En quoi pourraient concrètement consister ces activités non marchandes « librement choisies » ? A quels besoins (de quel type et de qui) sont-elles susceptibles de répondre ? Quelles pourraient être les implications sociales et économiques de leur déploiement, notamment en termes d'évolution (de l'ampleur et de la nature) des inégalités et de la pauvreté ? Dans quelle mesure le (re)tissage d'un réseau de solidarités organiques peut-il se substituer à la solidarité institutionnelle de l'« Etat-providence »⁴¹³ ? Une telle transformation, une telle « auto-institution » de l'imaginaire social (Castoriadis, 1999) est-elle susceptible de s'opérer, à travers le processus social-historique, à l'échelle de la société entière (ou presque) ? Si oui, quelles pourraient en être les répercussions au-delà de la société française, à l'échelle de l'Europe et du monde ? Etc. Autant de questions dont les réponses relèvent peut-être moins du champ de la modélisation numérique que de celui de l'expérimentation concrète volontaire.

Ainsi, les pistes proposées par la Décroissance, interprétées et explorées à travers ces scénarios, constituent également un pari – comme l'a d'ailleurs bien noté Latouche (2006) – mais d'une toute autre nature : celui d'une révolution culturelle ; celui de la capacité d'une société, à travers la libération de l'imaginaire instituant, à inventer et déployer, au-delà du marché et de l'Etat, de nouveaux modes de vivre-ensemble, de *faire société*, organisés autour de solidarités organiques et émancipés de la rationalité strictement économique. Celui, également, d'un horizon de sens possible à l'intérieur des limites de la biosphère et de la finitude humaine, ailleurs que dans une fuite en avant consumériste⁴¹⁴ et que dans l'idéologie de l'illimitation. Si la réussite du pari technique de la « croissance verte » serait confiée plus particulièrement à une fraction de la société (entrepreneurs, ingénieurs, scientifiques, « experts » et technocrates), celle du pari anthropologique de la décroissance implique le corps social dans son ensemble, confiant ainsi à chacun, mais de façon différenciée, sa part de responsabilité. C'est d'ailleurs là l'une des spécificités du pari de la Décroissance : « *s'agissant d'un projet politique, sa mise en œuvre obéit plus à l'éthique de la responsabilité qu'à l'éthique de la conviction* » (Latouche, 2007c, p. 103). Il n'en reste pas moins que la mobilisation sociale face aux défis de l'anthropocène – qui rassemblent à la fois ceux du XX^{ème} et ceux du XXI^{ème} siècle – suppose de placer un certain optimisme en la capacité imaginative et inventive de l'humain : si celle-ci peut certes se mettre au service d'un développement de ses potentialités techniques, rien ne permet d'affirmer qu'elle serait moins apte à se déployer autour de la création et de l'institution de nouvelles formes de vivre-ensemble...

C'est pour l'heure en ces termes que nous rendons la question au débat, lequel est fondamentalement et irréductiblement *politique*⁴¹⁵.

⁴¹³ En regard de cette question, il n'est pas inintéressant de rappeler l'analyse proposée par Rosanvallon (1992), de la crise de l'Etat-providence comme une crise de la solidarité : « [...] *l'Etat providence, comme agent central de redistribution et donc d'organisation de la solidarité, fonctionne comme une grande interface : il se substitue au face à face des individus et des groupes. Du même coup, il se présente pour ces derniers comme une donnée, un système autonome et indépendant d'eux, alors qu'il ne résulte dans son fonctionnement financier que de l'interaction de l'ensemble des prélèvements et des prestations affectant chaque individu. Coupée des rapports sociaux réels qui la structurent, l'organisation de la solidarité que cet Etat-providence met en place procède mécaniquement à un véritable brouillage des rapports sociaux* ».

⁴¹⁴ Sous cet angle, la décroissance de la consommation matérielle procéderait non pas d'un sacrifice, mais plutôt d'un *renoncement*, ce qui est bien différent.

⁴¹⁵ En particulier, pour paraphraser Morin (2005, p.70), toute prétention au monopole de la science ne saurait être que... non scientifique.

Bibliographie du Chapitre 5

- Akerlof, G.A., 1970. The Market for "Lemons": Quality Uncertainty and the Market Mechanism. *The Quarterly Journal of Economics* 84, 488–500. doi:10.2307/1879431
- Baten, J., 2013. Big is beautiful ? La productivité des entreprises en fonction de leur taille en Allemagne et aux États-Unis au tournant des XIXe-XXe siècles. *Histoire, économie & société* 32e année, 45–72.
- Bayon, D., Flipo, F., Schneider, F., 2010. La décroissance: dix questions pour comprendre et débattre. Éd. La Découverte, Paris.
- Castéran, B., Ricroch, L., 2008. Les logements en 2006 - Le confort s'améliore mais pas pour tous. INSEE Première.
- Castoriadis, C., 1999. L'institution imaginaire de la société. Seuil.
- Commissariat général au développement durable, 2015. Chiffres clés du transport, Edition 2015, Repères. Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, Paris.
- Commissariat général au Développement durable, 2014. Mobilité - déplacement [WWW Document]. Commissariat général au Développement durable. URL <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/transports/s/transport-voyageurs-deplacements.html> (accessed 11.8.15).
- Conseil général de l'environnement et du développement durable, 2010. 254 millions de tonnes de déchets produits par l'activité de construction en France en 2008. Chiffres & Statistiques 1–4.
- Dormont, B., Huber, H., 2012. Vieillissement de la population et croissance des dépenses de santé (Rapport de recherche). Institut Montparnasse, Paris.
- Frankova, E., Johanisova, N., 2012. Economic Localization Revisited. *Environmental Policy and Governance* 22, 307–321. doi:10.1002/eet.1593
- Georgescu-Roegen, N., 1995. La décroissance, Entropie, Ecologie, Economie, Sang de la terre. ed.
- GIEC, 2014. Résumé à l'intention des décideurs (Contribution du Groupe de travail III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat). GIEC, New-York.
- Global Carbon Project, 2014. Figures from the Global Carbon Budget 2014 [WWW Document]. Global Carbon Project. URL http://folk.uio.no/roberan/learnmore/more_GCP2014_figures.shtml (accessed 11.8.15).
- Gorz, A., 1993. Capitalisme, socialisme, écologie: désorientations, orientations, 2.éd ed, Collection Débats. Galilée, Paris.
- Grenelle environnement, 2012. Analyse détaillée du parc résidentiel existant. Règle de l'art grenelle environnement, Paris.
- Guillebon, B. de, Bihouix, P., 2010. Quel futur pour les métaux ? : Raréfaction des métaux : un nouveau défi pour la société. EDP Sciences, Les Ulis.
- Illich, I., 1975. Némésis médicale: L'expropriation de la santé. Éditions du Seuil, Paris.
- INSEE, 2015a. Définitions et méthodes, Critères de convergence (traité de Maastricht) [WWW Document]. INSEE. URL <http://www.insee.fr/fr/methodes/default.asp?page=definitions/criteres-convergence-maastr.htm> (accessed 11.8.15).
- INSEE, 2015b. Définitions et méthodes, Indice de peuplement [WWW Document]. INSEE. URL <http://www.insee.fr/fr/methodes/default.asp?page=definitions/indice-peuplement-insee.htm> (accessed 11.8.15).
- INSEE, 2006. Peuplement des résidences principales en 2006 [WWW Document]. INSEE. URL http://www.insee.fr/fr/themes/tableau.asp?reg_id=0&ref_id=logement33 (accessed 11.8.15).
- Jevons, W.S., 1865. The Coal Question, Library of Economics and Liberty. Macmillan and Co., London.
- Join-Lambert, M.-T., Labarthe, J., Marpsat, M., Rougerie, C., 2011. Le mal-logement (groupe de travail du Cnis No. 126). Conseil national de l'information statistique.
- Latouche, S., 2007. Petit traité de la décroissance sereine. Mille et une Nuits, Paris.
- Latouche, S., 2006. Le pari de la décroissance. Pluriel, Paris.
- Morin, E., 2005. Introduction à la pensée complexe, Essais. Édition du Seuil, Paris.
- Rosanvallon, P., 1992. La Crise de l'Etat-providence, Nouv. éd. ed. Seuil.

- Schubert, K., 2012. Quels enseignements tirer des modèles économiques de croissance ?, in: Les économistes et la croissance verte, Paroles d'économistes. Conseil économique pour le développement durable, pp. 7–11.
- Trainsnel, J.-P., Joliton, D., Laurent, M.-H., Caffiaux, S., Mazzenga, A., 2010. Habitat facteur 4, Etude d'une réduction des émissions de CO2 liées au confort thermique dans l'habitat à l'horizon 2050, IDDRI. ed, Les cahiers du CLIP. Paris.

Epilogue

« Les grandes personnes aiment les chiffres. Quand vous leur parlez d'un nouvel ami, elles ne vous questionnent jamais sur l'essentiel. Elles ne vous disent jamais : " Quel est le son de voix ? Quels sont les jeux qu'il préfère ? Est-ce qu'il collectionne les papillons ?" Elles vous demandent : " Quel âge a-t-il ? Combien a-t-il de frères ? Combien pèse-t-il ? Combien gagne son père ?" Alors seulement elles croient le connaître. » [de Saint-Exupéry, 1983(1946)]

Les principaux apports de ce travail de recherche

A travers ce travail de thèse, nous nous sommes penchés sur la possibilité d'aborder sous l'angle de la modélisation prospective les questions que soulèvent diverses propositions de la Décroissance.

Nous avons pour cela proposé dans un premier temps de resituer l'émergence contemporaine du mouvement de la Décroissance dans la perspective historique de la controverse autour de la croissance. Nous avons vu, en particulier, que la Décroissance opère une réactivation de plusieurs critiques et idées ayant émergé au cours de la seconde moitié du XXe siècle. Son originalité consiste à en proposer une articulation systémique complexe, fournissant un cadre théorique et interprétatif, à travers lequel les acteurs qu'elle fédère élaborent diverses propositions pour apporter des solutions aux enjeux économiques, sociaux, démocratiques et environnementaux. Ces propositions se présentent comme un foisonnement d'alternatives de différentes natures, envisagées à différentes échelles, s'inscrivant dans une perspective non-programmatique centrée autour de l'indétermination démocratique.

Cette indétermination constitue un défi supplémentaire pour la démarche prospective, qui nous a fait opter pour une approche participative articulée autour de la réalisation d'une série d'entretiens. Ces entretiens nous ont permis de recueillir auprès des participants diverses visions et propositions détaillées et quantifiées de ce que *pourrait être* selon eux une transition sociale *souhaitable et soutenable* – c'est-à-dire diverses positions et perspectives sur ce qui *pourrait émerger* de cet indéfini démocratique.

En parallèle de ces entretiens, nous avons conçu et développé un outil de modélisation macroéconomique détaillé, permettant d'explorer différents scénarios de transition pour la France. Sa conception a suscité des réflexions sur différents thèmes, et a mis en évidence les limites des cadres conceptuels et statistiques usuels de l'économie quantitative pour appréhender les propositions de la Décroissance, en particulier celles qui renvoient à une forme de sortie partielle de la société de marché.

Ce modèle, enfin, a été mis en œuvre autour de plusieurs scénarios, parmi lesquels trois correspondent à une traduction des visions recueillies au cours des entretiens. Les résultats des simulations font tout d'abord ressortir l'ampleur des transformations nécessaires à l'atteinte des objectifs politiques environnementaux, notamment en ce qui concerne l'enjeu climatique. Ils soulignent par ailleurs l'importance cruciale des choix de modes de vie et d'organisation sociale, que les propositions de la Décroissance proposent de revisiter. Si les questions qu'elles laissent en suspens appellent à poursuivre la réflexion, ces propositions, au regard de nos résultats, ont en tout cas leur place dans ce débat. Pourtant, dans le champ de la modélisation prospective, ces pistes apparaissent encore sous-explorées en comparaison de l'intérêt porté jusqu'à présent aux aspects technologiques⁴¹⁶. Or il nous semble important de rappeler que le champ des possibles ne se limite pas à une

⁴¹⁶ Probablement furent-elles délaissées au nom du respect de la vie privée et de la *liberté* individuelle (Radanne et al., 2013). Or l'interprétation culturelle que propose l'imaginaire croissanciste de la notion de liberté se confond avec celle d'une négation des limites ; limites sans lesquelles elle perd pourtant son sens (Latouche, 2012). La Décroissance propose de réinterroger cette conception de la liberté, laquelle constitue précisément l'objet de la politique.

politique gestionnaire de l'économie et de l'innovation technique. C'est là un mérite de ce travail : élargir le débat, trop souvent confiné à ces perspectives strictement gestionnaires. Rappelons, avec Geneviève Decrop (2006, p. 81), que « *[s]ans l'hypothèse qu'un autre monde est possible, il n'y a pas de politique, il n'y a que de la gestion administrative des hommes et des choses* ».

La nature de l'exercice veut que les scénarios explorés dans cette étude soient critiqués : trop conventionnels ou modérés pour les uns, trop excentriques ou radicaux pour les autres. Une critique dont la vertu est d'engager la réflexion collective sur le sujet. Notre démarche, de par sa dimension participative, offre pour ce débat un support intéressant : elle invite d'une part à expliciter et préciser les propositions concrètes des différents participants, afin de les mettre en discussion. Elle propose d'autre part, comme appui pour cette discussion, le cadre structuré d'un modèle, qui permet de mettre en relation des thématiques souvent envisagées sur des plans différents, d'éclairer les implications indirectes possibles de certains choix, et d'interroger par-là la validité de certaines croyances. Ici, l'exercice de modélisation ne prétend en aucun cas se substituer au processus politique : il constitue au contraire dans notre approche un outil de *compréhension commune et de délibération collective*.

La dimension participative de notre démarche, par ailleurs, n'est pas sans conséquences. « *La participation aux processus participatifs développe également les capacités du public en l'(in)formant et en créant des réseaux de personnes qui peuvent continuer à aborder les questions politiques lorsqu'elles évoluent* » (Slocum et al., 2006). Nous ajouterons que le processus d'information fonctionne à double sens, le chercheur bénéficiant également des connaissances du public, qui peuvent lui permettre d'améliorer sa démarche.

Quelques perspectives pour les recherches futures

Le travail de recherche de données, d'appropriation des cadres conceptuels et statistiques, et de modélisation, a occupé l'essentiel du temps de travail de cette thèse. Certains sujets ont été brièvement mentionnés, qui mériteraient un approfondissement.

En ce qui concerne les représentations proposées dans notre modèle, nous pouvons proposer quelques exemples de pistes d'amélioration :

- Désagréger les ménages (par taille, structure, etc.) afin de mieux appréhender la diversité des modes de vie et des conditions socio-économiques, les implications pour le secteur résidentiel, etc. ;
- Spatialiser le modèle, en particulier les secteurs résidentiel et celui du transport. Une première étape pourrait consister à répartir les ménages suivant le type de zone : urbaine, péri-urbaine, rurale, ainsi que par zone climatique ;
- Améliorer la représentation du secteur agricole, notamment avec une meilleure prise en compte du type d'agriculture (industrielle, paysanne, biologique ou non, permaculture, agroforesterie, etc.). Au moment de cette étude, les données quantifiées disponibles concernant les différences de consommations intermédiaires, d'impacts environnementaux, de « rendement », d'intensité en capital ou en travail, entre les différents modes de production sont encore insuffisantes. Ce secteur mérite pourtant une attention toute particulière compte tenu des enjeux alimentaires et environnementaux qui s'y rapportent, et de l'ampleur des évolutions envisagées dans les scénarios de type Décroissance ;
- Élargir le spectre des indicateurs environnementaux, en y intégrant par exemple les flux de matériaux, de matières premières, ou encore en complétant la liste des polluants, lorsque cela est possible et pertinent ;
- Approfondir la question du potentiel de reconversion du capital productif (actifs fixes) de l'économie ;

De manière plus générale, et peut-être en dehors du cadre de notre modèle, il serait aussi nécessaire d'aborder la question du rôle de la monnaie, et d'étudier le potentiel de la proposition de développement des monnaies complémentaires locales. Celle-ci pourrait par exemple être traitée à l'aide de modèles « *stock-flow consistent* » (SFC), à l'image de ce que propose Berg et al. (2015).

Les questions d'échelles et de périmètre géographique mériteraient également d'être approfondies. Nous avons proposé une représentation de l'économie *nationale*, or il serait utile d'étudier plus en détail les répercussions économiques *internationales* possibles de scénarios de Décroissance. Symétriquement, il serait pertinent de décliner des scénarios de Décroissance à l'échelle régionale, en essayant de prendre en compte la spécificité des territoires, notamment en termes de ressources naturelles disponibles.

Enfin, la question de la redistribution et de la pauvreté, pourtant essentielle, n'a pas été abordée dans ce document. La représentation agrégée des ménages que nous avons adoptée ne permet pas de rendre compte de la diversité des situations envisageables, et ne se prête donc pas à un traitement approfondi du sujet⁴¹⁷. Une décomposition par « type » de ménages dans notre modèle macro pourrait ouvrir des possibilités. Toutefois, de manière générale, il semble plus approprié, autour des questions de redistribution et de pauvreté, de déployer une approche *microéconomique* basée sur une désagrégation très poussée des ménages. Le travail de thèse de De Basquiat (2011), autour de la modélisation des effets redistributifs d'un revenu de base, offre un exemple intéressant et inspirant de ce type d'étude. Dans le cadre de l'évaluation de scénarios de Décroissance, la question de la pauvreté ne saurait toutefois être traitée sans celle de l'articulation entre la sphère de l'économie marchande et celle du don et de l'économie de réciprocité. Dans certains scénarios de Décroissance, nous l'avons vu, cette deuxième dimension pourrait être appelée à jouer un rôle essentiel. La question est complexe et ambitieuse : il s'agirait de proposer une analyse économique d'une sortie (partielle) de la société de marché. C'est sans doute l'axe de recherche qui nous paraît aujourd'hui le plus nécessaire pour appréhender la portée des propositions de la Décroissance.

Mais la question des améliorations techniques à apporter au modèle n'est peut-être pas aussi importante que celle de *l'utilisation* qui en est faite, et que celle de la *participation*⁴¹⁸. D'autres approches pourraient être envisagées à l'avenir, qui nous paraîtraient enrichissantes du point de vue du débat public, et qui permettraient de valoriser le travail de modélisation. L'une d'entre elles consisterait à reproduire l'exercice de l'entretien de groupe sous la forme de *forum hybrides*, c'est-à-dire en offrant aux participants le temps et la possibilité de se concerter et de s'informer – y compris auprès d'« experts », qui pourraient par exemple fournir des informations d'ordre technique, sur les différents thèmes abordés–, et en permettant aux utilisateurs de soumettre différents scénarios et d'ajuster leurs hypothèses pas à pas. De telles expérimentations impliquent un « investissement » (temporel, c'est-à-dire humain) certain, mais nous semblent extrêmement prometteuses. Une autre piste pourrait consister à développer une interface utilisateur accessible et conviviale pour le modèle, et à publier celui-ci en ligne en tirant parti des possibilités de partage proposées par STELLA (cf. [Chapitre 4 §1](#)), afin de le mettre à disposition d'un plus grand nombre de personnes ou d'organismes. Le risque existe, toutefois, de ne pas être en mesure de communiquer adéquatement les hypothèses du modèle aux éventuels utilisateurs, ce qui pourrait possiblement conduire à des interprétations fallacieuses des résultats de modélisation⁴¹⁹. Dans tous les cas, *il nous semble crucial et urgent de se pencher sur le contexte et le format de déploiement des exercices de modélisation prospective si l'on souhaite véritablement en exploiter le potentiel.*

⁴¹⁷ Nous avons développé au sein du modèle un module proposant une évolution homothétique de la courbe de redistribution des revenus par déciles et centiles, proportionnelle à l'évolution du revenu total de l'économie, mais n'avons pas jugé pertinent d'en décrire les résultats de modélisation.

⁴¹⁸ Comme nous l'avons vu au chapitre 2, en raffinant ou en enrichissant un modèle, on risque souvent de perdre en accessibilité et en intelligibilité ce qu'on gagne – souvent marginalement – en représentativité. Surtout, à quoi bon améliorer un outil si personne n'en a l'usage, ou si l'usage qui en est fait est inapproprié ?

⁴¹⁹ Il n'est pas à exclure non plus que le modèle soit détourné de son domaine de pertinence et employé peu scrupuleusement comme outil rhétorique ou comme caution pseudo-scientifique. Un risque à prendre, probablement, qui appelle toutefois un certain travail de communication préventif.

Pour finir, limitée par la disponibilité des données et plus encore par la complexité du réel, la modélisation numérique laisse de nombreux aspects – et non des moindres – à la discussion informelle, au débat, et au *bon sens*. D’une image possible du futur, nous pouvons lui demander de préciser les contours, mais pas les textures, mais pas les couleurs. Ainsi, aussi essentielles que soient ces dimensions, nous n’avons rien dit de la beauté des paysages, de l’accès au silence ou à un ciel étoilé, du sentiment de confiance (en soi, en son entourage, et en l’avenir) ou de celui de faire société, de celui d’appartenance à une communauté, de la richesse inestimable de la diversité, ni de l’ardeur et du tumulte de la vie, et surtout, de la question suprême du *sens* que nous entendons lui confier. En fin de compte, de ce qui confère au monde sa valeur poétique, qu’avons-nous mentionné ? Lorsqu’il s’agit de rendre compte de la couleur de nos affects, passions et sentiments, l’arithmétique est vaine et les chiffres sont impuissants. Ainsi, certains éclairages ne pourront être fournis que par l’*expérimentation volontaire concrète*, pour laquelle il conviendrait – et il est urgent – de libérer des espaces et du temps. La recherche théorique a, certes, encore beaucoup à apporter ; le décroisement et la diffusion plus large des connaissances existantes – au-delà des sphères académiques, à l’échelle de la société –, peut-être davantage encore. Ici comme ailleurs, l’enjeu ne réside pas tant dans une plus grande accumulation que dans une meilleure répartition et un plus grand partage.

Bibliographie de l'épilogue

Berg, M., Hartley, B., Richters, O., 2015. A stock-flow consistent input–output model with applications to energy price shocks, interest rates, and heat emissions. *New J. Phys.* 17, 015011. doi:10.1088/1367-2630/17/1/015011

De Basquiat, M., 2011. Rationalisation d'un système redistributif complexe : une modélisation de l'allocation universelle en France. Aix Marseille 3.

De Saint-Exupéry, A., 1983. *Le Petit Prince*, Gallimard. ed, folio junior.

Decrop, G., 2006. Redonner ses chances à l'utopie, in: *Décroissance & utopie*, Entropia, revue d'étude théorique et politique de la décroissance. Parangon/vs, Lyon, p. 81.

Latouche, S., 2012. *L'âge des limites. Mille et une nuits*, Paris.

Radanne, P., Emelianoff, C., Mor, E., Dobré, M., Cordellier, M., Barbier, C., Blanc, N., Sander, A., Joliton, D., Leroy, N., Pourouchottamin, P., et al., 2013. Modes de vie et empreinte carbone Prospective des modes de vie en France à l'horizon 2050 et empreinte carbone (No. 21/2013), Les cahiers du CLIP. IDDRI.

Slocum, N., Elliott, J., Heesterbeek, S., Lukensmeyer, C.J., 2006. *Méthodes participatives, Un guide pour l'utilisateur*. Koning Boudewijnstichting, Bruxelles.

Annexes

Annexe 1 – Tableaux récapitulatifs des entretiens (4 entretiens)

Tableau 30 - Tableau récapitulatif des propositions recueillies au cours de l'entretien A (entretien de groupe)

Entretien A (entretien de groupe*)

Profil des répondants :

-(C) : Femme, 25-30 ans, haut degré d'études (diplôme d'ingénieur), emploi : ingénieure thermicienne dans une collectivité publique

-(M) : Femme, 25-30 ans, haut degré d'études (diplôme d'ingénieur et thèse de doctorat (mécanique) en cours)

-(A) : Homme, 25-30 ans, haut degré d'études (diplôme d'ingénieur et thèse de doctorat (hydrodynamique) en cours)

* Groupe auto-proclamé « groupe des winners »

Thème	Propositions qualitatives	<p>Propositions quantitatives, évolutions générales</p> <p><i>NB1 : Par défaut les données concernant l'augmentation ou la diminution en valeurs monétaires d'ici 2050, dans le cas contraire, il est précisé de quelle valeur il est question</i></p> <p><i>NB2 : Toutes les variations relatives sont par défaut exprimées par rapport à l'année 2013</i></p>
Alimentation	<ul style="list-style-type: none"> • 100% de la SAU en agriculture bio à horizon 2060 • Objectif de gaspillage alimentaire nul au niveau de la consommation 	<p>D'ici 2030 (évolution des consommations par personne) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pain, céréales, fruits et légumes : +30% • Viande : -75% • Poissons et fruits de mer : -20% (éviter la surpêche) • Lait, fromage œufs : +10% (augmentation des laits végétaux) • Sucre, confiseries, confitures, etc. : -20% • Sel, épices, sauces : +5% • Café, thé, cacao : -15% (car production non locale et consommation jugée élevée) • Autres boissons non alcoolisées : -25% (moins de soda, moins d'eau en bouteille, plus de jus de fruits) • Boissons alcoolisées -> Alcools forts : -30% • Vin, cidre, champagne, bière : +10% • Tabac -> -70% (mais pas vraiment de « consensus » au sein du groupe) • Augmentation de 10% du « niveau d'activité physique » (PAL) de la population » (plus d'activité physique, notamment dans les déplacements, même si temps de travail réduit)
Habillement et chaussures	<ul style="list-style-type: none"> • Relocalisation de la production, avec comme conséquence augmentation des prix 	<ul style="list-style-type: none"> • Habillement : -60% d'ici 2030 • Nettoyage, réparation, location de vêtements : +40% par personne • Chaussures : -30% en volume par personne, mais +5% en dépense (amélioration qualitative) • Réparation de chaussures et articles en cuir : +25%
Logement	<ul style="list-style-type: none"> • Mutualisation des équipements dans les logements (peu gênant « vu le peu de 	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation de la taille des ménages pour les 20-30 ans : collocations (en

	<p>temps qu'on y passe »)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Renovations thermiques et réparations du parc existant 	<p>moyenne 3.5 à 4 pers/ménage)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Augmentation de la taille des ménages chez les personnes âgées (3 pers/ménage au-dessus de 80 ans – moins de solitude en fin de vie) • Objectif moins de 50kWhep/m²/an de chauffage pour tout le parc d'ici 2060 • « Facteur de satisfaction » de chauffage et eau chaude sanitaire : -10% (température du logement baissée de 1 ou 2°C, usage optimisé, etc.) • Contribution du solaire thermique dans les zones ensoleillées et utilisation de chauffe-eaux thermodynamiques : compter une réduction de 16% du besoin en énergie finale • 25m² par personne en moyenne pour les logements • Diminution du taux d'équipement des piscines privées en fonctionnement : -60% • Diminution du taux d'équipement en climatisation : -80%
Meubles et articles de ménages Services domestiques et ménagers	<ul style="list-style-type: none"> • Moins de quantité, plus de qualité, pas d'obsolescence programmée • Réflexion sur les matériaux utilisés (bois ou plastique) • Services domestiques et services ménagers : pas vraiment de consensus au sein du groupe • A : « ça donne du travail à des gens, leur permet de vivre » • C&M : est-ce souhaitable ? « mieux vaut passer moins de temps au boulot et faire les choses soi-même », « souhaitable de ne pas reposer sur des services pour subvenir à ses besoins », « on pourrait s'épanouir aussi dans ces tâches-là ». « Ok pour augmenter la part des services publics, mais pas forcément domestiques, par exemple, plutôt des crèches que des baby-sitters » 	<p>Evolution moyenne de la consommation par ménage :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Meubles et articles d'ameublement : -25% • Réparation de meubles et d'équipements du foyer : +50% • Articles de ménage en textile (draps, rideaux...) : -50% en quantité, mais même niveau de dépense (amélioration qualitative et production relocalisée) • Appareils ménagers : <ul style="list-style-type: none"> - Réfrigérateurs/congélateurs : taux d'équipement inchangé (effet de mutualisation pris en compte par l'augmentation de la taille des ménages) - Lave-linge : mutualisation, diminution du taux d'équipement : 1 pour 3 foyers - Lave-vaisselle : taux d'équipement maintenu (« apporte la paix dans les ménages ») - Petits appareils électroménagers : -50% - Réparation d'appareils ménagers : +30% • Vaisselle et ustensiles de ménages : -15% • Lampes et appareils d'éclairage : -10% • Outillage et matériel pour la maison et le jardin : consommation constante, mais disponibilité plus importante, augmentation des dépenses de réparation • Piles électriques : -50% • Détergents et produits d'entretien : -60% • Pesticides et produits agrochimiques : disparition (-100%) • Peinture vernis etc. : constant (plus de bricolage, mais moins de gaspillage : « plus petits pots ») • Emballages plastiques : -50% • Autres produits plastiques : -60% • Services domestiques et ménagers : -50% d'ici 2030
Santé	<ul style="list-style-type: none"> • Pas d'évolution particulière de la dépense totale, mais évolution de sa structure 	<p>Evolution des consommations par personne :</p>

	<p>(« diminuer les surconsommations de la dernière année de vie »)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Médicaments et produits pharmaceutiques :-30% (surconsommation) • Services médicaux et hospitaliers : augmentation (hypothèse que des personnes n'ont pas assez accès à ces services actuellement) • Conso de biens et services médicaux prise en charge à 90% par la sécurité sociale
Transport	<ul style="list-style-type: none"> • Mutualisation des automobiles, pour les ménages « qui en ont vraiment besoin », distinction rural/urbain <p>Modes de transport en fonction de la distance - Participant A</p> <p>Legend:</p> <ul style="list-style-type: none"> Autres modes Longue distance Avion Autres modes locaux Voiture Autocar Deux roues motorisés Train Transports collectifs Locaux Bicyclette Marche à pied 	<ul style="list-style-type: none"> • Taux d'équipement en voitures : diminution, 0.8 par ménage • Taux d'équipement en motos : augmentation, 0.1 par ménage • Taux d'équipement en bicyclettes : 1 par personne • Part des véhicules électriques dans le parc automobile d'ici 2030 :20% (formule de location de batteries jugée pas encore convaincante) • Taux d'occupation des voitures en hausse : +1 personne par véhicule pour les déplacements de plus de 20km (plafonné à 3.5) • Taux d'occupation des avions : 99% • Taux d'occupation des trains : 55% • Taux d'occupation des autocars : 70% • Taux d'occupation des transports urbains constant (accepter des taux d'occupation moyens modérés si on veut conserver une bonne couverture fréquentielle et spatiale pour l'offre de transports en commun) • 50% des déplacements actuels de plus de 400km basculés sur la classe de distance 200-400km. • Nombre de déplacements longue-distance : maintenu pour les visites à des parents ou à des amis, réduit pour les autres motifs personnels, -40% pour les motifs professionnels (relocalisation) • Evolution des parts modales pour le transport de marchandises : (en tonnage) 40% ferroviaire ; 45% routier ; 10% maritime et fluvial ; 5% pipeline (contre 9.7% / 82.7% / 2.6% / 5% actuellement)
Communications		<ul style="list-style-type: none"> • Services postaux : -30% • Téléphones mobiles : taux d'équipement : 0.9 par personne, durée de vie multipliée par 2.5 • Taux d'équipement téléphones fixes : 0.2 par foyer • Réparations d'équipements de communication : +30% • Services de télécommunication : -10% pour les ménages ; +10% pour les professionnels (compense la diminution des déplacements pour motif pro.)
Loisirs et culture	<ul style="list-style-type: none"> • Taux d'équipement des ménages en son et hi-fi : constant • Taux d'équipement des ménages en TV : diminue : 0.75 par ménage • Enregistrement/reproduction d'image (lecteurs DVD, stockage.) : -50% (diminution du stockage individuel) 	

	<ul style="list-style-type: none"> • Taux d'équipement par personne en matériel photographique constant, mais durée de vie multipliée par 2 • Taux d'équipement par personne en ordinateurs constant, mais durée de vie multipliée par 2, taux d'équipements en imprimantes et périphériques informatiques : 1 pour 10 foyers (mutualiser par immeubles, etc.) • Durée d'utilisation hebdomadaire des ordinateurs et d'internet : -20% d'ici 2030 • Distribution de films (dvd) : divisé par 2.5 par ménage • Enregistrements sonores, édition musicale : -25% (même accès mais mutualisation) par personne • Supports magnétiques et optiques : -20% par personne • Réparation de produits électroniques grand public et de matériel informatique : 85% des achats remplacés par de la réparation • Livres : -10% (médiathèques, partage...) • Journaux périodiques et imprimés divers : -30% d'ici 2030 • Papeterie et matériel de dessin : -10% d'ici 2030 • Instruments de musique : constant (c'est durable) par personne • Bateaux de plaisance, aéronefs : -50% (mutualisé) par personne • Entretien et réparation d'autres biens durables récréatifs et culturels : +25% -Consoles et jeux vidéo : taux d'équipement ramené à 20% par ménage • Jeux et jouets : maintien des jeux de société, des jeux de cartes, des jeux en bois, mais suppression des jeux électroniques individuels (« ne compense pas le manque de temps passé avec son enfant », « gaspillage de ressources, se casse trop facilement », « ne participe pas au développement des enfants ») • Articles de sport : -15% par personne • Plantes et fleurs : +40% par personne • Produits azotés et engrais : -70% (remplacé par du compost) par ménage • Animaux de compagnie et articles connexes : -10% par ménage (réduction porte surtout sur les articles) • Services vétérinaires et autres : -30% (surtout pour le toilettage) • Services récréatifs et sportifs : maintenu constant par personne • Services culturels : +15% (compense la diminution de TV et DVD, etc.) ; • Jeux de hasard : -60% (A : « on garde le loto du village », C : « jeux de hasard n'est pas un problème, ce sont les jeux d'argent qui ne sont pas souhaitables ») • Journaux, livres, articles de papeterie : -10% (mutualisation, partage, bibliothèques communes...) • Agences de voyage et voyagistes : -40% par personne • Autres services de réservation (pour spectacles, etc.) : constant par personne • Location d'autres biens : -30% sur les activités de location marchandes, la moitié des prêts se fait sous la forme d'échange non marchand, de particulier à particulier
Education	<ul style="list-style-type: none"> • Favoriser l'accès plus précoce au travail (« on passe beaucoup de temps à apprendre comment travailler, et au final, au travail, c'est complètement différent...»), et faciliter la reconversion au cours de la vie • Discussion sur le financement de l'éducation : (C) préfère que l'effet redistributif passe par l'impôt, (A) préfère faire varier la part de financement des ménages en fonction de leurs revenus (par frais d'inscription aux établissements). Question de l'efficacité de la gestion de l'argent par des écoles publiques ou privées • Améliorer la gestion de l'argent, par exemple en revenant à des hébergements étudiants collectifs (collocations) plutôt que de construire des chambres individuelles dans les internats. • Taux de scolarisation maintenu jusqu'à 17-18 ans, diminution du taux de scolarisation entre 18-25 ans, et taux de scolarisation/formation maintenu à 5% pour les plus de 25 ans (jusqu'à la retraite (A&M), ou toute la vie (C) ?) • 100% de la dépense de scolarisation financée par le secteur public jusqu'à la fin du secondaire • 80% Public, 7% ménages, 13% privé pour le supérieur (A : « le financement privé implique que l'école ou l'université est dépendante et redevable, du coup, par exemple, les écoles d'ingénieurs se transforment en simples fournisseurs d'ingénieurs pour les industriels ») • Formations auto-école : -15% d'ici 2030

Hôtels, cafés, restaurants	<ul style="list-style-type: none"> • Souhaitable d'avoir plus de temps pour cuisiner et de manger plus souvent chez soi 	<p>Par personne :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Restaurants et services de restauration mobile : -20% • Traiteurs et autres services de restauration (cantines...) : -5% • Cafés, Bars, etc. : maintenu constant (lieu de convivialité) • Services d'hébergement : -25%
Biens et services divers		<p>Par personne :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Soins corporels : divisé par 2 • Appareils de toilette électrique : -75% d'ici 2030 • Parfums et produits pour la toilette : -55% d'ici 2030 • Papier sanitaire et domestique : -10% • Effets personnels n.c.a. (bijouterie, horlogerie, etc.) : divisé par 2 • Action sociale : maintenu constant • Proportions des personnes âgées placées en maison de retraite par âge et sexe multipliées par 0.95 (plus de collocations avec personnes âgées, mais prise en compte du fait que la demande en maison de retraite est forte et excède souvent le nombre de places actuellement) • Assurances : Assurances-vie : -70% • Autres assurances : maintenu constant • Services financiers : drastiquement réduits • Activités agences immobilières : -50% • Activités juridiques et comptables : -50% • Enquêtes et sécurité : -50% • Services relatifs aux bâtiments et aménagements paysagers : -20%
Budget public (dépendances publiques et fiscalité)	<ul style="list-style-type: none"> • Idée de dépenses non-optimisées, et de postes en sous-effectifs • Discussion sur la retraite/ « revenu de base » des plus de 60 ans : <ul style="list-style-type: none"> - (C) : « je ne vois pas pourquoi la société donnerait plus à quelqu'un qui a couru Wall Street et acheté 3 maisons qu'à quelqu'un qui a fait des activités associatives et participe de cette façon au fonctionnement de la société sur son temps libre » - (A) : « Dans ce cas, ce n'est pas égalitaire par rapport aux cotisations » - (C) : « Non, mais c'est plus équitable » - (A) : « D'accord avec le fait que c'est plus équitable, mais alors c'est un changement majeur, hyper fort ! » - (C) : « Valeur travail : chaque heure passée à travailler devrait compter autant, donc il ne devrait pas y avoir d'écarts de salaires pareil en amont » - (A) : « Ça c'est la loi de l'offre et de la demande... » - (C) : « Justement, ça dysfonctionne : par exemple, la valeur du travail de l'agriculture n'est pas reconnue en France, et pourtant son travail ne vaut pas moins que les autres » - (M) : « Ce serait un peu extrême de faire un salaire horaire universel, mais 	<p>D'ici 2060</p> <p><i>Dépenses :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Services généraux : <ul style="list-style-type: none"> - Fonctionnement organes exécutifs, législatifs, etc. : -15% - Aide économique extérieure : constant - Services généraux : -10% - Recherche fondamentale : +28% • « Défense » : -50% • Ordre et sécurité publics : -15% (réduction des services de police essentiellement) • Affaires économiques : <ul style="list-style-type: none"> - Tutelle économie générale, échanges, emplois : constant - Agriculture, sylviculture, pêche, chasse : -25% (pas de distorsion des prix avec les subventions) - Combustibles et énergie : maintenu constant - Industries extraction, manufacture, construction : constant

	<p>en même temps, c'est normal de réduire les écarts... »</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sur le poste famille et enfants : aides sous conditions de revenu tant que la distribution des revenus est inégalitaire (« pas normal de donner autant pour certaines aides à des gens qui n'en ont pas besoin qu'à des gens qui en ont besoin ») • Taxes sur l'énergie : progressivité (une certaine quantité gratuite puis un taux d'imposition marginal de plus en plus élevé en fonction de la consommation) • Insistance sur la lutte contre l'évasion fiscale • Objectif d'équilibrer les comptes, de « ne pas dépenser l'argent qu'on n'a pas » • (A) : « On ne rembourse pas la dette ! » • Revenu de base : (M) : avantage du revenu de base : pas de critère, moins d'administratif, moins de gestion : évite de donner de l'argent pour le reprendre après 	<ul style="list-style-type: none"> - Transport : -22% - R&D affaires économiques : constant (M : permet d'améliorer l'efficacité des dépenses ?) • Protection de l'environnement : <ul style="list-style-type: none"> - Gestion déchets : constant (moins de déchets mais mieux traités) - Gestion eaux usées : -20% (diminution de la consommation d'eau, essayer de séparer les usages nécessitant de l'eau potable des autres) - Lutte contre la pollution et préservation biodiversité, R&D environnement et autres : +4Mds € (1Md€ de plus pour chaque sous-poste) • Logements : constant • Equipements collectifs : +20% • Alimentation en eau : constant • Eclairage public : -50% (réduction des gaspillages dus en partie aux tarifs électricité avantageux pour l'éclairage public) • Services de radiodiffusion, TV, édition : constant, réflexion sur l'indépendance de l'information en fonction du financement • Protection sociale : <ul style="list-style-type: none"> - Maladie & invalidité : -10% (avec jours de carence dans le public comme dans le privé) - Vieillesse et survivants : 700€ de « revenu de base » pour les +de 60ans plus une part variable en fonction de ce qu'ils ont cotisé : moyenne à 1000€ par personne, plafond à 1300€ par personne. - Famille et enfants : budget constant mais changement dans la répartition : « moins égalitaire et plus équitable » - Chômage : +5% par chômeur, doit aussi servir pour faciliter la reconversion des gens par la formation continue - Logement, exclusion sociale, autres : maintenu constant, mais autre répartition <p>*Revenu de base de 18 à : 55 ans(C)/60 ans(M)/65 ans(A) : 500€ par personne (moins élevé que le revenu de « retraite »)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fiscalité : <ul style="list-style-type: none"> - Taxes type TVA : viser 30Mds€ (-80%) (« ne sert à rien de donner de l'argent d'un côté pour le reprendre derrière », « ça décourage la consommation, mais ce n'est pas égalitaire ») - Impôts sur importations : taux multiplié par 1.1 - Impôts sur les produits : <ul style="list-style-type: none"> - TICPE : taux multiplié par 1.1 - Taxes tabac : taux multiplié par 2 d'ici 2050
--	--	--

		<ul style="list-style-type: none"> - Taxes boissons : taux multipliés par 1.13 - Taxe fortement progressive sur l'électricité - Le reste à peu près inchangé - Impôts sur salaires et main d'œuvre : mêmes taux - Impôts divers sur la production : mêmes taux en pratique, mais lutte contre l'évasion fiscale des entreprises : élargissement de l'assiette : hypothèse +30% - Impôts sur le revenu : maintenus - Autres impôts courants : taux de l'ISF multiplié par 1.2 (« dissuasif d'accumuler »)
Conditions de travail, modes de production, redistribution	<ul style="list-style-type: none"> • Concept de « taux d'activité » devient non pertinent: jamais d'inactivité, pas de « coupure » : on donne toujours une fraction de son temps à la société ((C) : « <i>par exemple 1 jour toutes les deux semaines à la collectivité, du type emploi municipal, jardinage, entretien, travail dans les écoles et lycées...Du coup ça diminue aussi les charges des collectivités locales en salaires</i> ») (Pour les simulations : évolution progressive du taux d'activité vers 93% pour les 20-60 ans (les 7% d'inactifs correspondant aux périodes de formation continue, etc.).) • Revenu du travail en complément d'un « revenu de base » • (M)&(C) : distinction emploi/travail : « <i>la diminution du temps de travail repose sur l'hypothèse qu'il n'y a pas assez de travail pour tout le monde</i> », « <i>mais c'est de l'emploi, pas du travail qu'il n'y a pas pour tout le monde</i> » • Réduction du temps de travail selon un format flexible (80% sous un format hebdomadaire, 20% sous un format annualisé) • 1/3 du temps en télétravail quand le télétravail est possible, dans des espaces de « co-working » pour maintenir le contact social (Question : on se déplace moins, mais on consomme peut-être plus chez soi, de façon peut-être moins optimisée) • Flexibilisation des embauches/débauches possible avec le revenu de base, permet d'adapter la demande d'emploi en fonction des besoins • Industries : des usines de « <i>taille raisonnable, pas monstrueuses</i> », part importante de l'artisanat • (C) : Proportion du salaire (par ex. 40%) ou du revenu de base donnée en monnaie locale (« <i>tu sais que ça sert à un certain type de consommation</i> ») 	<ul style="list-style-type: none"> • D'ici 2030 : Temps de travail hebdomadaire réduit à 30h, et entre 50 et 60 ans, 5% de moins par année d'âge • Ecart de 1 à 8 pour un salaire à temps plein (compromis entre égalité et motivation de l'entrepreneuriat) • Le rythme d'évolution tendanciel de la productivité, initialement le même que le rythme moyen sur la période 1990-2013, est divisé par 2 entre 2015 et 2040, avec un gain additionnel de productivité de 5% implémenté en parallèle de la diminution du temps de travail (2016-2030) (« en travaillant moins d'heures par jour, on est plus efficace ») • Dépenses publicitaires divisées par 10
Echanges internationaux	<ul style="list-style-type: none"> • Dans l'idée : quasiment ne rien importer ou exporter au-delà de 5000km, limiter les ratios « Imports/Ressources totales » et « Exports/ Total des Emplois finals » à 10% pour tous les échanges de plus de 1000km, et à 5% au-delà de 3000km • Exportations : (M) : « <i>le but est de relocaliser la production en fonction de nos besoins : donc ça n'aurait pas de sens d'exporter ce qu'on importe</i> » 	<ul style="list-style-type: none"> • Ratio Importations/ Ressources totales, à l'horizon 2040 : <ul style="list-style-type: none"> - Agriculture : 10% - Industries : selon les branches : 0 à 30% (diminution du ratio de 40% en moyenne par rapport à celui de 2013) - Services : selon les branches : ratio de 2013 maintenu ou plafonné à 5% (Edition audiovisuel et diffusion maintenu à 9% pour l'ouverture culturelle)

		<ul style="list-style-type: none"> • Exportations : 10% des emplois finals pour l'agriculture, 10% pour le textile (la mode), audiovisuel : 10%
Energie et impacts des procédés de production	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation de la production de petit hydraulique • Fort développement du renouvelable pour les besoins de chaleur, mais pas de « bonne solution » pour l'électricité : répartir les risques, mettre un peu de tout... • Réflexion : « Est-ce qu'il vaut mieux produire des déchets nucléaires ou consommer des ressources fossiles et des matériaux rares ? » -> besoin de plus de données... Penser à une restructuration de la filière bois • D'ici 2060 : renationaliser les centrales « pour ne pas que la maintenance soit une variable d'ajustement » 	<ul style="list-style-type: none"> • Objectif de gain d'efficacité énergétique : 35% dans tous les secteurs d'ici 2040 • Réduction des émissions atmosphériques à un rythme 30% plus rapide que la tendance historique (1995-2011)
Démographie	<ul style="list-style-type: none"> • Hypothèses centrales de l'INSEE pour la fécondité, l'espérance de vie, l'immigration 	

Tableau 31 - Tableau récapitulatif des propositions recueillies au cours de l'entretien B

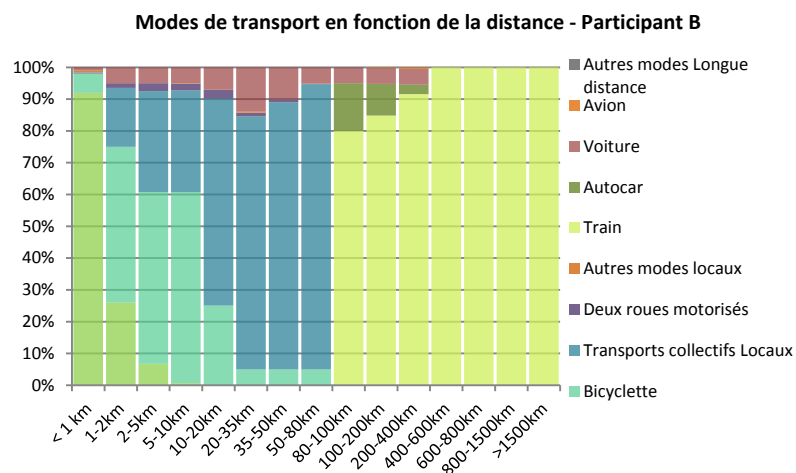
Entretien B

Profil du participant : homme, 25-30 ans, haut degré d'études (diplôme d'ingénieur et thèse de doctorat (bioéconomie) en cours), activement engagé dans le milieu associatif autour de thématiques connexes à la Décroissance (villages alternatifs, etc.).

Thème	<i>Propositions générales, qualitatives</i>	<i>Propositions quantitatives</i> <i>NB1 : Par défaut les données concernent l'augmentation ou la diminution en valeurs monétaires d'ici 2050, dans le cas contraire, il est précisé de quelle valeur il est question</i> <i>NB2 : Toutes les variations relatives sont par défaut exprimées par rapport à l'année 2013</i>
Alimentation	<ul style="list-style-type: none"> • Pains et céréales : même volume mais plus d'autoproduction • Viande et produits laitiers : changement progressif des normes sociales, régimes non carnés se généralisent en fin de période, et développement de substituts (ex laits végétaux) • Substitution du beurre par des graisses végétales (éviter huile de palme) • Changement du mode de production agricole (bio, forte relocalisation et circuit-court, jardin partagé et autoproduction), meilleure qualité nutritive des fruits et légumes • Les denrées comme le chocolat diminuent, les confitures sont faites maison et les confiseries disparaissent lentement • Disparition des sodas industriels et de l'eau en bouteille • Exploitations agricoles extensives favorisées et sans intrants issus de la pétrochimie • Besoins métaboliques -> léger accroissement du niveau d'activité physique de la population 	<ul style="list-style-type: none"> • Produits alimentaires et boissons non alcoolisées <ul style="list-style-type: none"> - Pain et céréales : - 15% (niveau de 1970) - Viande : - 100% - Poisson et fruits de mer : - 70% - Fabrication de produits laitiers : - 100% - Œufs : - 100% en monétaire et - 85% en volume (autoproduction seulement) - Huiles et graisses : inchangé - Fruits : - 40% en monétaire (niveau de 1960) et + 40% en volume - Légumes : - 45% en monétaire et + 50% en volume - Sucre, confiture, miel, chocolat et confiserie : - 40% - Sel, épices, sauces et produits alimentaires : - 65% (niveau de 1970) - Café, thé et cacao : - 70% - Autres boissons non alcoolisées : - 75% dont eau minéral : - 95% et sodas industriels - 100% - Boissons alcoolisées : inchangé - Tabac : - 99% • Agriculture : 100% biologique • Gaspillage alimentaire : < 5% pour les différents types d'aliments
Habillement et chaussures	<ul style="list-style-type: none"> • Fournitures pour habillement : moins de production industrielle et plus de « fait maison » • Moins d'effets de mode • Favoriser les réparations pour les chaussures • Changement du cuir au textile issu de produits végétaux 	<ul style="list-style-type: none"> • Fournitures pour habillement : multiplié par 5.8 (par personne : niveau années 1970) • Vêtements : - 55% • Autres articles et accessoires d'habillement : - 45% (niveau de 1960) d'ici 2030 • Nettoyage, réparation et location de vêtements : inchangé mais bascule en économie non monétaire • Chaussures : - 65% en 2030 et - 80 % en 2050 • Entretien, réparation et location de chaussures : multiplié par 7 d'ici 2030
Logement	<ul style="list-style-type: none"> • Favoriser les modes de cohabitation intergénérationnels • Augmentation du rythme de rénovation thermique des logements (travaux 	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation en moyenne du nombre de personnes par logement : une personne de plus par logement et par catégorie d'âge

	<p>réalisés par les propriétaires ou de façon collaborative.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Favoriser immeubles collectifs en milieu urbain • Réorganisation des espaces dans les logements (cuisine commune dans un bâtiment collectif, salle pour organiser des réunions, etc.) • Développement de l'habitat léger • Changement du mode de construction et des types de matériaux utilisés : matériaux biosourcés, architecture optimisée au niveau thermique, etc. • NB : « <i>Le secteur du logement est difficile à se représenter</i> » 	<ul style="list-style-type: none"> • Rénovation des bâtiments construits avant 1980 : 10% des bâtiments par an (dès maintenant) • Rénovation des bâtiments construits entre 1980 et 1990 : 1/30e tous les ans (débutée dans 5 ans) • Rénovation thermique des bâtiments construits entre 1990 et 2000 : 1/30e par an (débutée dans 10 ans) • Consommation de chauffage après rénovation (-50%) et changement de comportement (-20%) : -70% • Consommation de climatisation : - 20% • Construction de maisons individuelles : - 20% • Construction d'immeubles collectifs : + 20% • Toilette sèche pour ¼ de la population d'ici 2050
Meubles et articles de ménages	<ul style="list-style-type: none"> • Réduction de la consommation, production relocalisée, notamment pour réduire « <i>l'exploitation des travailleurs dans certains pays</i> » • Mutualisation des gros appareils ménagers • Diminution de la consommation de petits appareils électroménagers (et disparition de la publicité) • Retour à des outils manuels et mutualisation des outils • Evolution du type de produits d'entretien, détergents et savons 	<p><i>Par ménage :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Meubles, articles d'ameublement, tapis et autres revêtements de sol <ul style="list-style-type: none"> - Meubles et articles d'ameublement : multiplié par 1.6 (niveau de 1980) - Tapis et revêtements de sol divers : multiplié par 1.8 (niveau de 2000) - Réparation de meubles et d'équipements du foyer : multiplié par 2.9 • Articles de ménage en textile : multiplié par 1.2 • Appareils ménagers <ul style="list-style-type: none"> - Réfrigérateurs et congélateurs domestiques : taux d'équipement divisé par 2 - Lave-linge domestique : taux d'équipement divisé par 10 - Lave-vaisselle domestique : - 100% - Cuisinières électriques, appareils de chauffage et de nettoyage électrique : - 54 % - Appareils ménagers non électriques : inchangé - Petits appareils électroménagers : - 70% - Réparation appareils électroménagers et équipements pour la maison et le jardin : multiplié par 3.7 • Verrerie, vaisselle et ustensiles de ménage : - 10% • Outillage et autre matériel pour la maison et le jardin <ul style="list-style-type: none"> - Fabrication d'outillage portatif à moteur incorporé : - 65% d'ici 2030 - Fabrication de machines agricoles et forestières : - 45% d'ici 2030 - Coutellerie, outillage et quincaillerie : - 50% - Piles électriques : - 65 % - Lampes : - 35% (niveau de 1980) - Appareils d'éclairage : - 50 % d'ici 2030 • Biens et services liés à l'entretien courant de l'habitation <ul style="list-style-type: none"> - Savons, détergents et produits d'entretien : - 75% - Pesticides et autres produits agrochimiques : - 100% d'ici 2035 - Peintures, vernis, encres et mastics : - 80% - Emballages en matières plastiques : - 100% d'ici 2040

		<ul style="list-style-type: none"> - Autres produits en matières plastiques : - 60% - Services domestiques et services ménagers : - 85% d'ici 2040
Santé	<ul style="list-style-type: none"> • Besoin d'un débat démocratique concernant la fin de vie : plus d'acharnement thérapeutique, réduction de la consommation de soins en fin de vie. • Réduction drastique de l'utilisation des médicaments en évitant la sur-médication, le besoin se réduit du fait de la pratique régulière d'activités physiques et d'une amélioration de la qualité alimentaire • Quasi disparition des actes médicaux esthétiques non thérapeutiques • Révision des brevets pharmaceutiques et implication du secteur public éventuelle • Réduction du temps de travail pour les médecins et suppression du numerus clausus pour la formation • Réallocation des dépenses de la médecine avec une idée de justice internationale et de remise en question des priorités des soins 	<ul style="list-style-type: none"> • Répartition des dépenses : <ul style="list-style-type: none"> - Reste à charge des patients : 10% - Part prise en charge par la Sécurité Sociale : 90%
Transport	<ul style="list-style-type: none"> • Pour les trajets multimodaux, la fin du trajet se fait à bicyclette • Réduction de la mobilité locale liée à la diminution de la distance entre lieu de travail et lieu de vie • Préférence pour les modes doux sur les trajets de moins de 2 km (mais pas de bicyclette électrique) • Evolution des parts modales (mode de transport / distance) d'ici 2030 	<p>D'ici 2050 (sauf mention contraire) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Taux d'équipement en voitures : - 90% • Enseignement de la conduite : - 50% d'ici 2030 • Taux d'occupation moyen d'une voiture: 3 passagers • Location et location-bail de véhicules automobiles : - 50 % (50% marchand et 50% non-marchand) • Taux d'équipement en motos : - 90% • Taux d'équipement en bicyclettes : 1 bicyclette/personne • De 5 à 80 km : - 70% des déplacements professionnels • Déplacement pour des activités de loisirs : - 30% • Evolution du nombre de déplacement longue distance (>80km) par distance (par personne, par an) <ul style="list-style-type: none"> - 80-200km : - 50% famille et amis ; +20% vacances ; - 30% autres - 200-400km : - 50% motifs professionnels ; - 60% motifs personnels, sauf vacances: -50% et résidences secondaires -80% ; - 70% autres - 400-1500km : - 95% motifs professionnels ; - 80% motifs personnels - >1500km : - 95% motifs professionnels ; - 80% motifs personnels



Communications	<ul style="list-style-type: none"> • Allongement de la durée de vie des téléphones et possibilité de réparation • Arrêt de la publicité pour freiner la consommation 	<p>D'ici 2025</p> <ul style="list-style-type: none"> • Services postaux : multiplié par 1.2 (niveau de 1970) • Téléphones mobiles : - 95% (niveau de 2002) • Téléphones fixes : - 55% (niveau de 1990) • Réparation d'équipements de communication : multiplié par 2 • Services de télécommunications : 65% d'ici 2020
Loisirs et culture	<ul style="list-style-type: none"> • Réduction du nombre de télévisions et mise en commun • Durée de vie allongée des téléviseurs (manque d'information sur la faisabilité) • Disparition du stockage de données avec support physique dans les ménages (remplacé par stockages en ligne) • Ordinateurs : augmentation du partage et de la durée de vie • Disparition de la majorité des jeux électroniques • Favoriser la réparation pour les produits électroniques grand public • Mise en partage des bateaux de plaisances etc. • Diminution des entretiens et réparations d'autres biens durables culturels et récréatifs car moins de produits à entretenir • Usages occasionnel des consoles de jeux et des jeux vidéo • Récupération et du partage des jouets ainsi que de la fabrication maison de jouets ; retour aux jouets en bois et disparition jeux plastiques • Favoriser les activités ne nécessitant pas de support matériel (ex : théâtre, chant, etc.) • Partage des articles de sport, du matériel de camping, etc. • Suppression des produits azotés d'ici 2030 et généralisation des pratiques de compostage • Diminution en valeur des services récréatifs, sportifs et culturels (bénévolat et associatif) mais augmentation du temps consacré à ces activités • Maintien des lotos « de campagne » (associatifs, à but caritatif, etc.) mais réduction des autres jeux de hasards • Développement de bibliothèque pour mutualiser l'usage des livres • Journaux locaux d'information sont gardés • Suppression des imprimés publicitaires • Diminution du gaspillage de papier et utilisation de papier recyclé et d'encre non polluantes 	<ul style="list-style-type: none"> • Matériel audiovisuel, photographique et informatique <ul style="list-style-type: none"> - Récepteurs radio, autoradios et appareils d'enregistrement et de reproduction du son : - 55% - Téléviseurs : - 90% (niveau de 2000), taux d'équipement : 0.3 tv par ménage - Appareils d'enregistrement et de reproduction de l'image et accessoires : - 85% - Matériel optique et photographique : - 95% (niveau de 1970) d'ici 2030 - Caméscopes : - 75% d'ici 2030 - Ordinateurs et périphériques, composants et cartes électroniques : - 50 % / Taux d'équipement par ménage inchangé mais pas de multi-équipement - Services télématiques, jeux électroniques et logiciels : - 85% - Distribution de films (DVD) : - 85% - Édition d'enregistrements sonores : - 80% - Édition d'enregistrements sonores en ligne : multiplié par 4.8 et stabilisation - Réparation de produits électroniques grand public : multiplié par 2.2 d'ici 2030 et stabilisation - Entretien et réparation de machines de bureau et de matériel informatique : multiplié par 4.4 d'ici 2030 et stabilisation • Autres biens durables culturels et récréatifs <ul style="list-style-type: none"> - Bateaux de plaisance, aéronefs et engins spatiaux : - 80% - Instruments de musique : - 7% / + 30% en volume (et « do-it-yourself ») - Entretien et réparation d'autres biens durables culturels et récréatifs : - 40% • Autres articles et matériel de loisir, de jardinage et animaux de compagnie <ul style="list-style-type: none"> - Consoles de jeux et jeux vidéo : - 60% d'ici 2040 - Jeux et jouets : - 90% (niveau de 1960) - Articles de sport, matériel de camping et matériel pour activités de plein air : - 90% d'ici 2030 - Produits azotés et engrais (Engrais à usage domestique) : - 100 d'ici 2030 (exponentiellement) - Animaux de compagnie et articles connexes : - 45% d'ici 2030 - Services vétérinaires et autres services pour animaux de compagnie : - 60% • Services récréatifs et culturels <ul style="list-style-type: none"> - Activités récréatives et de loisirs (marchandes) : - 35% - Activités liées au sport (marchandes) : - 100% - Manèges forains et parcs d'attractions : - 70% (décroissance linéaire)

		<ul style="list-style-type: none"> - Autres services récréatifs et de loisirs : stabilisation - Subventions publiques à 90% pour les activités sportives, récréatives et de loisirs - Services culturels : - 50% (niveau de 1980) - Jeux de hasard : - 100% • Journaux, livres et articles de papeterie <ul style="list-style-type: none"> - Livres : - 55% (niveau 1960) - Journaux et publications périodiques : - 45% - Imprimés divers : - 70% d'ici 2030 et stabilisation - Papeterie et matériel de dessin : - 45% • Forfaits touristiques : - 75% • Location et location-bail d'autres biens <ul style="list-style-type: none"> - Location d'articles de sport, de CD et DVD, d'outils de bricolage (dépenses ménages) : - 90% (remplacé par du prêt non monétarisé) - Location d'équipements récréatifs et de loisir : - 100% (accès gratuit)
Education	<ul style="list-style-type: none"> • Changement qualitatif de l'enseignement : évolution des valeurs, des modes d'enseignement et du contenu des programmes • Facilitation de la reconversion professionnelle (pour épanouissement personnel et pour s'adapter à l'évolution structurelle de l'économie) • Consacrer plus de moyen pour le personnel salarié • Diminution des équipements en informatique (tablettes, rétros, etc.) • Augmentation de la reconversion professionnelle 	<ul style="list-style-type: none"> • Taux de scolarisation : inchangé • Formation (continue et extrascolaire) : multiplié par 4 • Dépenses d'éducation par élève : + 30% • Structure de financement : 100% public
Hôtels, cafés, restaurants	<ul style="list-style-type: none"> • Développement de cuisines collaboratives et mise en commun de matériel à l'échelle du quartier • Augmentation de l'hébergement gratuit chez l'habitant (logique <i>couchsurfing/warmshower</i>) et diminution des infrastructures d'hébergement touristique 	<ul style="list-style-type: none"> • Restaurants et services de restauration mobile <ul style="list-style-type: none"> - Restaurants traditionnels : - 50% - Restauration rapide : - 100% • Traiteurs et autres services de restauration : - 60% • Services des débits de boissons : multiplié par 2.5 (niveau de 1980) • Hôtels, hébergement touristique et autre hébergement collectif : - 50% • Campings et parcs pour caravanes ou véhicules de loisirs : - 45% (niveau de 1960)
Biens et services divers	<ul style="list-style-type: none"> • Pour les soins corporels, utilisation seulement de produits sains pour la santé, diminution des biens et services superflus • Mutualisation d'une partie des effets personnels (ex : les valises) et disparition des objets en cuir • Augmentation des réparations de biens personnels • La diminution du temps de travail salarié permet de libérer du temps pour s'occuper des personnes âgées de son entourage familial et voisin • Les activités d'assurances deviennent à but non lucratif • Réduction du poste assurances santé (amélioration de la santé liée à moindre consommation de tabac, amélioration de la qualité alimentaire, des modes de vie...) 	<ul style="list-style-type: none"> • Soins corporels <ul style="list-style-type: none"> - Coiffure : inchangé - Soins de beauté : - 85% - Autres services personnels : - 30% - Parfums et produits pour la toilette : - 90% - Appareils de toilette électriques : - 65% (niveau de 1990) d'ici 2025 - Articles en papier à usage sanitaire ou domestique : - 90% d'ici 2030 • Effets personnels <ul style="list-style-type: none"> - Bijouterie joaillerie orfèvrerie et bijouterie fantaisie : - 85% - Réparation d'articles d'horlogerie et de bijouterie : multiplié par 2.5 (niveau de 1980)

	<ul style="list-style-type: none"> • Diminution de la fréquentation des routes et abaissement des limitations de vitesse -> moins d'accident : diminution du poste assurances automobile • Service funéraire devient un service public gratuit • Simplification du cadre juridique et de la comptabilité 	<ul style="list-style-type: none"> - Articles de voyage, de maroquinerie et de sellerie : - 80% - Réparation d'autres biens personnels et domestiques : multiplié par 2.6 • Action sociale <ul style="list-style-type: none"> - Hébergement médico-social et social (marchand) : - 60% - Hébergement médico-social et social (non marchand) : +5% d'ici de 2030 (plafonné) - Action sociale sans hébergement (marchande et non marchande) : multiplié par 1.3 • Assurances <ul style="list-style-type: none"> - Assurance-vie : - 100% d'ici 2030 - Assurance habitation : - 25% (niveau de 1960) - Assurance santé : - 35% - Assurance automobile : - 70% - Autres assurances : - 55% (niveau de 1960) • Services financiers : - 85% (niveau de 1960) • Autres services <ul style="list-style-type: none"> - Activité des marchands de biens immobiliers et activités immobilières pour compte de tiers : - 80% - Services funéraires : - 15% (niveau de 1960) - Activités juridiques et comptables : - 75% - Autres activités spécialisées, scientifiques et techniques : - 50% - Activités administratives et autres activités de soutien aux entreprises : - 65% (niveau de 1960) - Autres postes de dépenses : - 100%
Budget public (dépenses publiques et fiscalité)	<ul style="list-style-type: none"> • Diminution du budget de fonctionnement en réduisant la masse salariale, en optimisant les déplacements, et en augmentant le budget servant à lutter contre la fraude fiscale • Annulation partielle de la dette illégitime • Mutualisation des forces armées au niveau européen, recherche de consensus international sur la production d'armes • Subventions agricoles orientées exclusivement vers l'agriculture biologique et les petites ou moyennes exploitations • Subventions pour les énergies renouvelables et le train • Budget pour la protection de l'environnement servant à définir un cadre réglementaire et à le faire appliquer • Budget R-D dans le domaine de la protection pour l'environnement consacré notamment à la permaculture et aux autres techniques agricoles nécessitant moins d'intrants • Lissage de la répartition des dépenses du poste « vieillesse et survivants » • Arrêt de la politique nataliste et prestation d'accueil du jeune enfant 	<p><i>Dépenses</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Services généraux des administrations publiques <ul style="list-style-type: none"> - Fonctionnement des organes exécutifs et législatifs, affaires financières et fiscales, affaires étrangères : - 45% - Aide économique extérieure : multiplié par 5.8 - Autres postes de dépenses : inchangé • Défense : - 80% • Ordre et sécurité publics <ul style="list-style-type: none"> - Services de police : - 45% - Tribunaux : multiplié par 1.5 - Autres postes de dépenses : inchangé • Affaires économiques <ul style="list-style-type: none"> - Tutelle de l'économie générale, des échanges et de l'emploi : - 45% - Agriculture, sylviculture, pêche et chasse : - 35% - Combustibles et énergie : multiplié par 1.5 (dédiées uniquement aux énergies renouvelables)

	<p>seulement pour les 2 premiers enfants</p> <ul style="list-style-type: none"> • Favorable à une mise en œuvre d'une dotation inconditionnelle de revenu qui pourrait permettre : <ul style="list-style-type: none"> - Une réduction des inégalités d'accès à une subvention - Un encouragement à développer des modes de vie plus sobres - Pas d'opinion sur la mise œuvre ni sur le montant, mais l'aspect démonétarisé du revenu paraît important : étendre la sphère de gratuité, droit au logement pour tous, mais difficulté de mise en pratique • Introduction d'une taxe sur l'usage des ressources pour la production de biens et services • Diminution des taxes sur les salaires compensée par la taxation des biens matériels 	<ul style="list-style-type: none"> - Industries extractives et manufacturières, construction : 0 - Transports : - 60% (subventions quasi exclusivement pour le train) - R-D concernant les affaires économiques : - 70% - Autres postes de dépenses : inchangé • Protection de l'environnement <ul style="list-style-type: none"> - Gestion des déchets : - 50% (réduction du volume de déchets produits) - Gestion des eaux usées : - 40% (réduction de la pollution des eaux, moins de produits chimiques, mais amélioration des traitements de l'eau) - Lutte contre la pollution : multiplié par 3 - Préservation de la diversité biologique et protection de la nature : multiplié par 3 - R-D dans le domaine de la protection de l'environnement : multiplié par 2.9 - Protection de l'environnement : inchangé • Logements et équipements collectifs : multiplié par 1.4 • Loisirs, culture et culte <ul style="list-style-type: none"> - Services récréatifs et sportifs : multiplié par 1.3 - Autres postes de dépenses : inchangé • Protection sociale <ul style="list-style-type: none"> - Vieillesse et Survivants : - 22% - Famille et enfants : - 20% - Allocation rentrée scolaire (ARS) : - 50% - Logement : multiplié par 1.4 - Autres postes de dépenses : inchangé <p><i>Recettes</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Taxe intérieure de consommation sur les produits énergétiques : +50% • Taxes sur les tabacs : multiplié par 2 d'ici 2030 (logarithmique) • Taxes spéciales sur les conventions d'assurances : + 20% • Taxe sur les certificats d'immatriculation des véhicules : multiplié par 2 • Produits de la loterie nationale et du loto : multiplié par 3 d'ici 2030 • Taxes sur les salaires : - 30% • Versements transports : - 50% • Mutation à titre gratuit : + 50% • Autres postes de dépenses : inchangé
Conditions de travail, modes de production, redistribution	<ul style="list-style-type: none"> • Diminution du taux d'activité des 15- 24 ans liée à un allongement de la durée des études • Ne se prononce pas sur l'âge de départ en retraite • Possibilité basé sur le volontariat de travailler pour les +65 ans • Convergence des taux d'activité homme/femme • Augmentation de la productivité au travail liée à la diminution du temps de 	<ul style="list-style-type: none"> • Taux d'activité moyen : <ul style="list-style-type: none"> - 15-24 ans : 30% - 25-49 ans : inchangé - 50-64 ans : 70% - + de 65 ans : 10% • Temps de travail légal : passage de 35h à 24h/semaine

	<ul style="list-style-type: none"> travail ce qui justifie une augmentation du salaire horaire • Relocalisation du lieu de travail en fonction du lieu de vie et réduction des déplacements domicile-travail • Disparition des processus industriels ne pouvant se convertir à l'utilisation de matériaux renouvelables • Forte réduction de la publicité • Relocalisation de l'économie • Développement des monnaies locales en particulier pour le commerce de produits alimentaires 	<ul style="list-style-type: none"> • Salaire horaire : + 30% • 1.5 ans sabbatiques sur l'ensemble d'une carrière • Dépenses publicitaires : - 95% • Redistribution : <ul style="list-style-type: none"> - plafond à 35000€/an - plancher à 12000€/an
Echanges internationaux	<ul style="list-style-type: none"> • Forte diminution des imports et des exports (en particulier produits alimentaires) 	
Energie	<ul style="list-style-type: none"> • Le coût économique direct du mix énergétique (coût de l'électricité etc.) n'est pas un critère à condition d'avoir une distribution plus égalitaire des richesses dans la société. • Privilégier les financements coopératifs pour éviter le captage de rente privée • Privilégier le développement de coopérative pour les nouvelles infrastructures 	<ul style="list-style-type: none"> • Production d'électricité : 100% renouvelable • Production d'énergie nucléaire : - 100% d'ici 2040 • Viser une réduction des émissions de GES du secteur énergétique de - 90% d'ici 2050
Démographie	<ul style="list-style-type: none"> • Fertilité : hypothèse basse de l'INSEE • Espérance de vie à la naissance : hypothèse centrale de l'INSEE • Migration : hypothèse haute de l'INSEE • Hypothèse de Vieillesse en bonne santé 	

Tableau 32 - Tableau récapitulatif des propositions recueillies au cours de l'entretien C

Participant C

Profil du répondant : homme, 35-40 ans, haut degré d'études (diplôme d'ingénieur), très activement engagé dans des expérimentations concrètes autour de la Décroissance, (auteur d'un ouvrage sur le sujet, impliqué dans l'organisation de la conférence internationale pour la Décroissance de 2016)

Thème	Propositions qualitatives	Propositions quantitatives, évolutions générales <i>NB1 : Par défaut les données concernent l'augmentation ou la diminution en valeurs monétaires d'ici 2050, dans le cas contraire, il est précisé de quelle valeur il est question</i> <i>NB2 : Toutes les variations relatives sont par défaut exprimées par rapport à l'année 2013</i>
Alimentation	<ul style="list-style-type: none"> • Changements d'habitudes, consommation locale et de saison, adaptation au rythme de la terre, circuits courts, régimes plus crudivores • Développer l'ingéniosité des recettes culinaires (surtout quand un approvisionnement local restreint la variété des aliments) • Production locale et artisanale pour les bières, le cidre, production « maison » pour les liqueurs • Les produits importés sont réservés à des situations de nécessité, ou à des occasions particulières, festives, etc. • Modes de production agricole : permaculture, biodynamie, agroforesterie, avec minimisation de la charge de travail ; quitter la monoculture, « la ville à la campagne et vice-versa » (retour de la production agricole dans les villes) • Besoin métabolique -> Niveau d'activité physique de la population semblable: moins de choses à produire, mais avec une baisse de la productivité. Remise en question de la division du travail : tâches physiques mieux réparties, les efforts remplacent « le fitness dans une salle climatisée ». • Gaspillage alimentaire quasi-nul, ce qui est perdu retourne en compostage 	<p>D'ici 2060 (transition progressive, de plus en plus accentuée - pareil pour tous les thèmes abordés):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Réduction « drastique » des consommations de viande, poissons, produits laitiers (-70% à -95% par rapport à 2013) • Réduction des consommations de chocolat, confiseries, sucre (-50%) • Augmentation des consommations de fruits et légumes là ils peuvent être produits • Boissons non alcoolisées : réduction drastique des produits importés, remplacés par des jus artisanaux locaux, infusions d'herbes, etc. • Boissons alcoolisées : baisse de la consommation en volume (-50%) mais amélioration qualitative -> consommation monétaire équivalente • Tabac : quasi-disparition
Habillement et chaussures	<ul style="list-style-type: none"> • Amélioration qualitative des produits, augmentation de leurs durées de vie, développement du « do-it-yourself », réutilisation du stock de vêtement inutilisé, jugé très important (« ressortir les habits des placards ») 	<p>D'ici 2060 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • division par 3 à 4 de la consommation pour les postes vêtements, accessoires d'habillement, chaussures • retour au niveau des années 1960 pour les fournitures pour habillement (confectionner soi-même ses vêtements), le nettoyage, la réparation (systématique) et la location de vêtements et de chaussures
Logement	<ul style="list-style-type: none"> • Habitat partagé, mise en commun de pièces collectives, cuisine collective, mais maintien de l'intimité ; • Logique « couchsurfing », ménages pas nécessairement organisés autour de la famille, mais autour de communautés ouvertes 	<ul style="list-style-type: none"> • Réduction de la superficie par personne • Intuitivement, presque pas de besoins en nouveaux logements si on s'oriente vers une multifonctionnalité des bâtiments (avec réoccupation des bureaux comme lieux de vie)

	<ul style="list-style-type: none"> • Multifonction des bâtiments : revenir sur la séparation « bureaux d'un côté, maison de l'autre » (remise en question de la notion de bâtiments du tertiaire) • Plutôt que des rénovations énergétiques « high-tech », s'orienter vers un autre rapport à l'occupation des espaces : mettre un pull, vivre dans moins de pièces l'hiver, dormir à plusieurs dans la même pièce...
Meubles et articles de ménages Services domestiques et ménagers	<p>D'ici 2060 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Meubles et articles d'ameublement : autoréparation, auto-fabrication, logique de réutilisation. Idée d'un très grand parc de meubles existants à réutiliser • Réflexion à porter sur la qualité des textiles • Appareils ménagers : mutualisation des équipements et ménages plus grands, réduction des besoins en réfrigérateurs liée à l'évolution des habitudes alimentaires (moins de produits transformés) et des modes de production (autoproduction) ; lave-linges : relaxation des standards de propreté, optimisation énergétique à creuser par les ingénieurs sur l'utilisations de plus grosses machines à mettre en commun • Réflexion à porter sur l'obsolescence des équipements ménagers • Technologie « Low-Tech », possibilité de « bricoler », de réparer les équipements, réflexion sur les impacts des technologies (ex : type d'ampoules, de produits de nettoyage, etc.) • Etudier les possibilités de substitution au plastique (bois, etc.) • Transfer d'une partie des dépenses de consommation des équipements sur le poste réparation • Economie de réciprocité pour les services domestiques et ménagers <p>D'ici 2060 90% de la consommation remplacée par de la réutilisation (excepté pour matelas et sommiers)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Réfrigérateurs : taux d'équipement par personne divisé par 10 • Lave-linge : taux d'équipement des ménages réduit à 20% d'ici 2050 • Quasiment aucun lave-vaisselle domestique à l'horizon 2050 • Petits appareils ménagers : taux d'équipement des ménages divisés par 20 • Division par 7 des consommations par ménage en vaisselle et articles de ménage (consommation limitée au remplacement de la casse) • Outillages pour maison et jardin : conso par ménage divisée par 10 à 15 (mutualisation) • Produits d'entretien, détergents : conso par ménage divisée par 4 ; quasi disparition des produits agrochimiques et pesticides • Emballages plastique : conso par personne divisée par 20 (rendu inutile notamment avec l'évolution de la consommation-production alimentaire) • Autres produits plastique : division par 5 par personne • Services domestiques et ménagers : conso par ménage divisée par 20 (essentiellement gestion de problèmes de nuisibles, etc....)
Santé	<ul style="list-style-type: none"> • Hypothèse de modes de vie plus sains qui conduisent à un état de santé général meilleur • Réflexion collective à porter sur la médecine (Cf. Illich, <i>Némésis médicale</i>) ; approche d'Hippocrate (« <i>que ta nourriture soit ton médicament</i> ») plutôt qu'une médecine palliative « <i>dans une société qui crée des maladies</i> » • Changement dans les pratiques : « un autre rapport à l'humain », moins porté sur la technologie, « <i>la plupart des problèmes à traiter sont généralement des problèmes sociaux, affectifs, psychologiques...</i> » Ouverture à des médecines traditionnelles, orientales, etc. • Généralisation des connaissances de base en médecine pour l'automédication -> réduction des consultations • Développement des génériques, remise en cause des brevets sur les médicaments : permet une réduction des frais de santé (surtout sur les dépenses de fin de vie : « <i>on sait qu'il y a une logique de business derrière les traitements de fin de vie</i> ») • Réflexion collective nécessaire sur la fin de vie, question psychanalytique : <p>Globalement par personne, division par environ 5 des dépenses de médicaments, division par 2 des dépenses de services de soin. La réduction porte plus fortement sur les dernières années de vie. (La réduction est supposée s'opérer « <i>sur la base de choix personnels volontaires uniquement</i> » - changement d'imaginaire, de paradigme)</p>

	<p>apprendre à accepter la mort, la réintégrer par des traditions ou des fêtes au sein de la société</p> <ul style="list-style-type: none"> Secteur 100% non-marchand, et en partie en économie de réciprocité
Transport	<div> <div> <ul style="list-style-type: none"> Réflexion à porter sur les modes de production et les matériaux utilisés pour les véhicules (y.c. vélos) <p><u>Courte distance</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> Fréquences de déplacement fortement réduites, Réflexion sur le multimodal (train + vélo) pour les trajets de plus de 50km <p><u>Longue distance</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> «autre rapport au voyage, au temps, aux distances », logique de voyage et de rencontre Privilégier les trains de nuit, pas les TGV Avion « banni » pour les déplacements continentaux, envisager aussi le transport maritime (à la voile) pour les déplacements intercontinentaux Beaucoup moins de déplacements mais sur des durées et des temps de partage plus longs </div> <div> <p>D'ici 2060 :</p> <ul style="list-style-type: none"> Un véhicule automobile pour 20-30 personnes d'ici 2050 (fonctionnel, type mini-van avec une dizaine de places, ou utilitaire pour le transport de charges lourdes) Motos amenées à disparaître, sauf pour services de secours ou d'urgence (taux d'équipement : 0.1%) Bicyclettes : augmentation des taux d'équipements à 1.2 vélos par personne Nombre de déplacements longue distance : <ul style="list-style-type: none"> pour motifs personnels divisés par 5 pour motifs professionnel divisé par 100 Nombre de déplacements courte distance travail-domicile réduit de 90% (lié à la multifonctionnalité des bâtiments, etc.) <ul style="list-style-type: none"> Taux d'occupation des véhicules automobile : 3 ou 4 en moyenne Taux d'occupation des trains : augmenté jusqu'à 65% Taux d'occupation des autocars constants Taux d'occupation des avions à 90% Taux d'occupation des transports collectifs urbains : 20% </div> </div> <div> <p>Modes de transport en fonction de la distance (à horizon 2060)</p> <p>The chart illustrates the projected distribution of transport modes across various distance ranges by the year 2060. For short distances (< 1 km to 10 km), walking and cycling are the primary modes. As distance increases, local public transport and trains become more significant. For long distances (100 km and above), the chart shows a high percentage of train usage, with a notable decrease in private car usage compared to current trends. The 'Autres modes Longue distance' category represents a small but consistent portion of the total transport for long-haul journeys.</p> </div>
Communications	<ul style="list-style-type: none"> Standardisation des équipements Services de communication dans une logique de « gratuité du bon usage et renchérissement du mésusage », Changement d'imaginaire : « apprendre à vivre à l'endroit où l'on se trouve avec les gens avec qui on est » « réapprendre à être seul », « apprendre l'oisiveté, le <ul style="list-style-type: none"> Téléphones mobiles : baisse du taux d'équipement par personne à 0.01 en 2060, augmentation de la durée de vie à 30 ans avec remplacements de pièces Un téléphone fixe pour 5-6 foyers, durée de vie multipliée par 15 Services de télécommunication divisés par 50 (retour au niveau de 1975)

	<p>vide, à se retrouver face à soi-même, c'est bon pour la sérénité de la société »</p> <ul style="list-style-type: none"> • Réflexion à mener sur les Datacenter, l'information que l'on « met » sur Internet et l'énergie que l'on y consacre, sur les possibilités de développer un internet « <i>low-tech</i> » 	
Loisirs et culture	<ul style="list-style-type: none"> • Logique de récupération, de réparation (privilégier les « <i>low-tech</i> »), de réutilisation, d'accroissement des durées de vie des biens, et de partage, • Développement des « <i>hacker space</i> » et ateliers de réparation dans chaque quartier • Jeux et passe-temps : revenir à des jeux simples et conviviaux qui développent l'imagination, « <i>les enfants ont surtout besoin d'interaction sociale et de temps avec les adultes</i> » • Services récréatifs et culturels : sortie de la « société du spectacle » et du « culte de la performance », développement des activités culturelles dans une optique participative et non commerciale • Journaux, livres, papeterie : réhabilitation des bibliothèques publiques, mise en commun, réflexion à mener sur le partage et la propriété des livres, encyclopédies..., « <i>optimisation de l'usage de l'existant</i> ». Retour à des publications papier pour les journaux et les publications périodiques. Pour la papeterie et les imprimés divers : garder ce qui a un rôle pédagogique ou est utile pour la créativité • Disparition du poste « location d'équipement récréatif et de loisir » : sortie d'une logique commerciale 	<p>D'ici 2060 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Matériel audiovisuel, photographique, informatique : baisse des taux d'équipement (0.05 à 0.1 par personne pour photo et audiovisuel, 0.2 pour ordinateurs) • Autres articles et matériels de loisir, jardinage et animaux de compagnie : division par 2 à 10 par personne • Services récréatifs et culturels : maintien ou augmentation en volume, mais montant des dépenses monétaires par personne divisé par 10 • Dépenses pour les livres par personne divisées par 10 (mise en commun), maintien des dépenses pour les journaux et publications périodiques, division par 100 des imprimés divers, par 50 des articles de papeterie • Division par 100 des forfaits touristiques
Education	<ul style="list-style-type: none"> • Education orientée davantage sur les relations humaines (« <i>communication non-violente</i> »), sur la citoyenneté, les questions environnementales, etc. Mettre le multiculturalisme et le multilinguisme au cœur de l'éducation. Education organisée autour du dialogue et du débat. Ne passe pas uniquement par l'école : « <i>l'éveil ne se fait pas dans un espace fermé et réservé aux enfants</i> », « <i>logique d'école de la vie ?</i> » : participation des enfants à des tâches communes (vaisselle, potager, etc.), « <i>casser un peu le système rigide actuel</i> », beaucoup plus de temps libéré pour les échanges entre adultes et enfants, laisser la place aux voyages par modes doux (vélo, etc.). • Equilibre à trouver dans le degré de centralisation des programmes: maintenir une dynamique assez centralisée pour ce qui a trait aux « <i>valeurs universelles, en gardant un regard critique dessus</i> », à la compréhension des différences, de la diversité, et décentraliser le reste • Réduction de besoin en infrastructures (multifonctionnalité et mutualisation des espaces et des bâtiments, « <i>une école peut très bien servir pour des réunions et des débats politiques, etc.</i> »), en équipement « <i>high-tech</i> » (« <i>protéger les enfants des espaces virtuels aussi, pas seulement leur apprendre à utiliser la technologie</i> »), les dépenses renvoient surtout aux infrastructures et au 	<ul style="list-style-type: none"> • Division par 10 des dépenses en administration et infrastructures • Temps adulte par enfant multiplié par 5 (un adulte pour 5 à 10 enfants) → hypothèse d'une dépense globale par élève constante

	<p>personnel, (difficile de parler en termes de salaires cf. DIA dans budget public)</p> <ul style="list-style-type: none"> Financement entièrement public
Hôtels, cafés, restaurants	<ul style="list-style-type: none"> Restauration : logique de restaurants et de bars ouverts et participatifs, dans une logique non-professionnelle (« rompre avec l'héritage de la division du travail »), de grande taille (cantines, etc.) avec roulement des tâches. Hébergement : dans une logique « couchsurfing » (ou « airbnb ») : « <i>quand on voyage, c'est pour découvrir des gens</i> » ; plutôt que des terrains de camping privés : réappropriation des communs et des espaces. <p>D'ici 2060 : division par 2 des dépenses de consommation</p>
Biens et services divers	<p>D'ici 2060 :</p> <ul style="list-style-type: none"> Soins corporels : mêmes niveaux de consommation mais organisé en économie de réciprocité, « échanges de services », « banque de temps »... Production artisanale ou semi-artisanale pour les produits de toilette (profiter d'économies d'échelle, mais en restant à l'échelle du local), réflexion « <i>d'ingénieurs</i> » sur leur mode de production et leurs impacts Bijouterie et horlogerie : production artisanale, et réparation, transmission des bijoux de génération en génération Effets personnels divers : logique de partage, « do-it-yourself », produits réparables et conçus pour durer Action sociale : « <i>redonner sa place au handicap dans la société</i> », « <i>sortir de la logique qui consiste à parquer les non-adaptés</i> », organisation non marchande, dans une logique de réciprocité Activités immobilières : gestion commune autour de l'habitat partagé, logique non marchande et participative Activités juridiques remplacées par une logique de médiation citoyenne (usage de la « <i>communication non-violente</i> »), mise en place de « conseil de sages », etc. Activités liées à l'emploi remplacées par une logique de banque de temps, participative, bénévolat. <ul style="list-style-type: none"> Appareils et produits pour soin corporel : division par 2 à 5 des consommations par personne Bijouterie et horlogerie : division par 2 de la consommation par personne Articles de voyage, de maroquinerie : divisé par 10 Réparations d'autres biens personnels et domestiques : multiplié par 10 Action sociale : dépenses par personnes dans le secteur marchand divisées par 4, dans le secteur non-marchand, division par 2 Assurances-vie : disparaissent (« devient caduque avec DIA et revenu de base » – Cf. budget public) ; Assurances habitation divisées par 3 ou 4 en termes de coût (secteur public, uniformisation des formules et économies d'échelle, mise en commun des risques) ; dépenses par personnes d'assurances santé divisées par 5 ; Assurances automobiles et autres dépenses par personne divisées par 8 Consommation par personne de services financiers divisée par 20 Consommation par ménage en activités immobilières) divisée par 2 Division par 5 des dépenses par personne en services funéraires Division par 20 des activités juridiques et comptables Division par 5 des services relatifs aux bâtiments et aménagements paysagers (prévention plutôt que réparation)
Budget public (dépenses publiques et fiscalité)	<p><i>Dépenses publiques :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Reconfiguration profonde avec « dotation inconditionnelle d'autonomie »(DIA) / « Revenu de base » dont la mise en place commence « <i>le plus tôt possible : en 2025 ; en 2060, on est dans la société du revenu de base</i> », évolution vers une forme partiellement démonétarisée. Dette publique : d'ici 2050, « audit citoyen transparent et démocratique », remboursement de la part « légitime » de la dette en s'aidant de la « planche à billet » (réappropriation des banques centrales), annulation de la part illégitime, « sans violence ». Réflexion sur le rôle de l'inflation, la possibilité de <p>D'ici 2060, évolution progressive</p> <p><i>Dépenses :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Services généraux : <ul style="list-style-type: none"> Fonctionnement organes exécutifs, législatifs, etc. : division par 15 Aide économique extérieure : annulation (« du fric donné aux multinationales ») Services généraux : divisé par 20 Recherche fondamentale : remplacé par revenu de base Défense : division par 10 des dépenses Ordre et sécurité publics : division par 4 des dépenses Affaires économiques : <ul style="list-style-type: none"> Tutelle économie générale, échanges, emplois : remplacé par revenu de base

	<p>taux d'intérêt nuls.</p> <p><i>Fiscalité :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Simplification radicale du système fiscal • Logique de taxation et renchérissement du mésusage, quasi-gratuité du bon usage, davantage dans une logique de responsabilisation que de pénalisation (pollueur payeur) • Essayer d'équilibrer les comptes une fois les dépenses réduites. • Réflexion à mener sur le droit de propriété : « <i>comment remettre en commun ce qui va à l'encontre du droit d'usage ?</i> » <ul style="list-style-type: none"> - Agriculture, sylviculture, pêche, chasse : maintenu pour développement de l'agroforesterie - Combustibles et énergie : maintenu pour gestion des risques de l'existant (problème des déchets nucléaires), la transition vers des énergies décentralisées, renouvelables, artisanales, logique d'économie d'énergie - Industries extractives. manufacturières. construction: supprimé - Transport : divisé par 10 (sert aux infrastructures pour le transport doux) - R&D affaires économiques : remplacé par revenu de base • Protection de l'environnement : <ul style="list-style-type: none"> - Gestion déchets : divisé par 10 (décroissance du volume de déchets, orienté vers recyclage, réutilisation, compostage) - Gestion eaux usées : divisé par 5 (eaux moins polluées (moins d'insecticides, de pesticides, d'engrais, d'antibiotiques, baisse de la consommation industrielle (« on arrête de fabriquer des puces à tout va »), agricole (agroforesterie), et domestique (réutilisations, plus cyclique, moins de cycles de lavage...))) - Maintien des autres postes (utilisation pour éducation populaire, espaces verts urbains, « sortie des logiques de "zones à polluer"/"zones à préserver" ») • Logements : basculé dans la logique de DIA • Equipements collectifs : divisé par 2 (économies avec multifonctionnalité des bâtiments et espaces (ex : écoles, etc.) • Loisirs culture et culte : <ul style="list-style-type: none"> - Services récréatifs, sportifs, culturels : divisé par 2 (mais qualité d'accès améliorée : économies d'échelle, multifonctionnalité des espaces) - Services de radiodiffusion, TV, édition : multiplié par 2 (« se donner les moyens d'avoir une bonne qualité d'information », organisation des services plus participative, répartition de l'argent plus transparente, plus décentralisée, « même s'il y a détournement d'une partie de l'argent pour des conneries : la démocratie à un coût » - Culte et services communautaires : remplacé par revenu de base, logique d'autonomisation des personnes • Protection sociale : <ul style="list-style-type: none"> - Maladie & invalidité, vieillesse et survivants, famille et enfants, chômage, logement, exclusion sociale n.c.a: remplacé par revenu de base, sauf pour les aides « compassionnelles » (handicaps, etc. : -25% pour ces aides tout en en améliorant la qualité) • Mise en place d'un Revenu de base vers 2025: équivalent à 700€ par adulte de plus de 18 ans et plus, 400€ pour les moins de 18 ans, qui évolue vers une forme partiellement démonétarisée. (à ajuster avec la fiscalité, et la « planche à billet », l'idéal étant d'avoir les comptes équilibrés). Le développement du lien social, de l'économie de réciprocité, l'évolution vers une économie démonétarisée, etc., permettent une réduction progressive du revenu jusqu'à un tiers de sa valeur initiale en 2050.
--	---

	<p><i>Fiscalité</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Mise en place d'un « revenu maximum acceptable » de manière progressive (le seuil s'abaisse progressivement à 4 fois le montant du salaire minimum (temps plein) en 2060 - cf. redistribution) • Par simplicité, maintien des taux d'imposition moyens actuels (mais forte progressivité entre usage et mésusage)
Conditions de travail, modes de production, redistribution	<ul style="list-style-type: none"> • Taux d'activité perd son sens à partir du moment où on met en place le revenu de base en 2025 • Comprendre « <i>temps de travail</i> » dans le sens de « <i>temps passé à effectuer des tâches difficiles</i> » : la réduction à 5h de « <i>temps de travail contraint</i> » s'accompagne du développement d'activités « <i>librement choisies</i> » à côté : « <i>ne veut pas dire qu'on ne fait rien le reste du temps !</i> » • Développement du télétravail dès que c'est applicable (multifonctionnalité des lieux, « <i>bosses au bistrot avec les collègues</i> ») • Productivité du travail maintenue constante (compliqué de se prononcer -> joue à la hausse : moins d'administration, de bureaucratie, on fait ce qu'on aime on travaille moins mais plus efficacement ; joue à la baisse : refus de certaines technologies, rapport convivial aux outils, « <i>on refusera sans doute de produire certaines choses qui demandent trop de travail</i> », gain de bien-être) • Flexibilité quasi-totale des embauches/débauches avec le revenu de base • Réflexion sur le niveau d'industrialisation souhaitable : une question technique et un choix de société • Disparition des dépenses publicitaires d'ici 2060 • Utilisations de monnaies locales, beaucoup d'économie de proximité (échelle de la commune, du département, de « biorégions », système évoluant en fonction des besoins et des expériences. Monnaies nationales et supra nationales maintenues (mais échanges internationaux secondaires) • Idée d'un plafond bas et d'un plancher haut pour les salaires, le rapport entre les deux est plus une question symbolique <ul style="list-style-type: none"> • Réduction progressive du « temps de travail contraint » de 35h à 5-10h par semaine « données à la société » en 2060 <ul style="list-style-type: none"> • Salaire minimum à 700-800€ par mois • Instauration progressive d'un « Revenu maximum acceptable » dont le seuil s'abaisse progressivement jusqu'à 4 fois le salaire minimum en 2050
Echanges internationaux	<p>D'ici 2060 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Production locale au maximum • Imports : uniquement « <i>ce dont on a besoin et qu'on ne sait/peut pas faire en France</i> », arrêt des imports de ce qu'on arrête de consommer • Exports : « <i>garder sous le coude la possibilité d'exporter des choses en cas de catastrophe naturelle, etc.</i> » <ul style="list-style-type: none"> • Imports : en proportion des ressources totales : <ul style="list-style-type: none"> - 1% pour l'agriculture - 0.5% à 5% suivant les branches pour les industries manufacturières - Maintenu pour les produits cokéfaction/raffinage (avec réflexion sur l'efficacité de transporter avant ou après le raffinage) - 0 à 1% pour les services, sauf « édition, audiovisuel, diffusion » et « arts, spectacles, activités récréatives » : maintenu pour l'ouverture culturelle • Exports : en proportion des emplois finals : 1% pour tout
Energie	<ul style="list-style-type: none"> • Sortie rapide du nucléaire (quasi complète en 2025, complète en 2060)

	<ul style="list-style-type: none"> • Remplacement temporaire du nucléaire par du renouvelable et du fossile charbon (renouvelable ne pouvant remplacer le système centralisé actuel), politiques de sobriété et d'efficacité énergétique, puis décarbonisation en suivant la décroissance des besoins énergétiques, mise en place d'énergies renouvelables décentralisées et « low-tech » (éoliennes en bois, « <i>compost biogaz</i> ?») • Mettre la sobriété au premier plan
Démographie	<ul style="list-style-type: none"> • Baisse de la fécondité jusqu'à 1.6-1.7, compensée par l'immigration dans un premier temps, puis équilibre trouvé autour du renouvellement démographique vers 2020-2030 • Espérance de vie diminue un peu au début avec l'extension d'un certain nombre de maladies liées aux pollutions environnementales et aux modes de vie actuels, puis ré-augmente au niveau des hypothèses basses de l'Insee (modes de vie plus sains mais médecine moins présente, les gains sont des gains de vie en bonne santé) • Immigration ; <ul style="list-style-type: none"> - souhaitable que ça baisse et se limite à l'accueil des populations prises dans les dynamiques longues du changement climatique, des dégradations des terres agricoles, etc. (~20000/an). « c'est possible à condition de mettre en place les recommandations de De Schutter sur l'agroécologie, etc. » ; - mais n'exclut pas un scénario catastrophe (prolongation à l'échelle mondiale du « land-grabbing », des « politiques de guerres commerciales » : augmentation des réfugiés et explosion des flux migratoires, dans ce cas, ce sont plutôt des flux de 100000 pers/an qu'il faut envisager que la France accueille)

Tableau 33 - Tableau récapitulatif des propositions recueillies au cours de l'entretien D

Entretien D		
Profil du participant : homme, 25-30 ans, haut degré d'études (diplôme d'ingénieur et thèse de doctorat (secteur de l'énergie) en cours), fort intérêt pour la Décroissance et les thématiques annexes (sociales, politiques, environnementales, etc.).		
Thème	Propositions générales, qualitatives	Propositions quantitatives
Alimentation	<ul style="list-style-type: none"> • Agriculture biologique utilise pour moitié des méthodes alternatives (permaculture, etc.) • Augmentation de l'activité physique globale (déplacements en vélo et marche à pied, plus de travaux manuels, ...) 	<p><i>NB1 : Par défaut les données concernent l'augmentation ou la diminution en valeurs monétaires d'ici 2050, dans le cas contraire, il est précisé de quelle valeur il est question</i> <i>NB2 : Toutes les variations relatives sont par défaut exprimées par rapport à l'année 2013</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Produits alimentaires et boissons non alcoolisées <ul style="list-style-type: none"> - Pain et céréales : - 20% - Viande : divisé par 3 en prix mais par 6 en volume (changement qualitatif) - Poisson et fruits de mer : divisé par 3 en prix mais par 6 en volume (changement qualitatif) - Lait, fromage et œufs : volume divisé par 2 mais prix multiplié par 2 (et division par 10 des produits transformés) <ul style="list-style-type: none"> - Fabrication de produits laitiers : - 70% - Œufs : - 40% - Huiles et graisses : inchangé - Fruits : - 40% - Légumes : - 40% <ul style="list-style-type: none"> - Légumes à cosse, légumes secs : multiplié par 3,5 - Légumes frais : - 5% - Transformation et conservation de fruits et légumes : - 70% - Sucre, confiture, miel, chocolat et confiserie : - 60% - Sel, épices, sauces et produits alimentaires : - 75% - Café, thé et cacao : - 40% - Autres boissons non alcoolisées : - 10% - Boissons alcoolisées : <ul style="list-style-type: none"> - Alcools : - 70% - Vin, cidre et champagne : multiplié par 1,2 - Bière : - 15% - Tabac : - 75% • Moitié moins de produits transformés • 90% de l'agriculture en biologique • Augmentation du travail manuel en agriculture : +10%

Habillement et chaussures	<ul style="list-style-type: none"> • Favoriser les réparations (effectuées pour moitié soi-même ou dans des structures participatives/collaboratives ouvertes (repair-café, etc.)) • Favoriser les échanges et les vêtements de seconde main • Augmentation significative de la durée de vie des vêtements 	<ul style="list-style-type: none"> • Fournitures pour habillement : multiplié par 5 • Vêtements : - 90% • Autres articles et accessoires d'habillement : - 80% • Nettoyage, réparation et location de vêtements : multiplié par 3 • Chaussures : - 75% • Entretien, réparation et location de chaussures : multiplié par 9
Logement	<ul style="list-style-type: none"> • Privilégier les travaux d'isolation, d'assainissement afin d'éviter de construire de nouveaux logements • Avec la nouvelle répartition des habitants, apparition de nouveaux types de logements à la frontière entre maisons individuelles et logement collectif, proches des maisons mitoyennes • Maison environ 2 à 3 fois plus grandes pour permettre l'habitat partagé pour 3 à 5 familles 	<ul style="list-style-type: none"> • Différents types de ménages : <ul style="list-style-type: none"> - les "nomades": sans domicile fixe partageant des logements dans divers endroits au besoin : 5% de la population - les « réfractaires au changement » : restent dans des schémas traditionnels (célibataire, couple / famille) : 40% de la population - les colocations: 25% de la population de 18-35 ans : 25% de la population - l'habitat partagé: population de 35-99 ans avec enfants : 30% de la population • Répartition du type d'habitat en 2050 : 50% de maisons et 50% d'immeubles collectifs • Surface habitable moyenne/personne : environ 30 m²
Meubles et articles de ménages	<ul style="list-style-type: none"> • Diminution de l'équipement <ul style="list-style-type: none"> - non-homogène, suivant les biens : conservation du « nécessaire » (lave-linge par exemple) et quasi disparition du petit électroménager, des emballages et autres produits dérivés de l'industrie pétrochimique - Diminution de la taille des équipements conservés (frigo, congélateur, etc.) • Réparations effectuées en partie via services marchands, en partie par les propriétaires eux-mêmes, au sein d'associations, de groupements bénévoles (repair-cafés, etc.) • Services domestiques et services ménagers: forte baisse du fait de l'augmentation du temps libres et du développement de réseaux de partage et d'entre-aide • Durée de vie des équipements augmentée (matériaux utilisés de meilleure qualité et fin de l'obsolescence programmée) 	<ul style="list-style-type: none"> • Meubles, articles d'ameublement, tapis et autres revêtements de sol <ul style="list-style-type: none"> - Meubles, articles d'ameublement, tapis autres revêtements de sol : - 50 % - Réparations de meubles et d'articles d'ameublement : multiplié par 2 • Articles de ménage en textile : - 50% • Appareils ménagers <ul style="list-style-type: none"> - Gros appareils ménagers, électriques ou non : divisé par 3 - Réfrigérateurs, congélateurs, lave-linge domestiques et autres appareils électriques et non-électriques : - 50% - Lave-vaisselles domestiques : - 90% - Petits appareils électroménagers : -90% - Réparation d'appareils ménagers : multiplié par 2 • Verrerie, vaisselle et ustensiles de ménage : - 50% • Outillage et autre matériel pour la maison et le jardin : - 50% • Biens et services liés à l'entretien courant de l'habitation <ul style="list-style-type: none"> - Biens et services liés à l'entretien courant de l'habitation (sauf pesticides, peintures et emballages) : -90% - Pesticides et autres produits agrochimiques : - 100%(disparition) - Emballages en matières plastiques : - 100%(disparition) - Services domestiques et services ménagers : -90%
Santé	<ul style="list-style-type: none"> • Hypothèse : forte amélioration des conditions de vie et développement des médecines douces • Réorganisation de la recherche afin d'éviter les effets de sélectivité des 	<ul style="list-style-type: none"> • Réduction de l'utilisation des médicaments « courants » • Maintien des dépenses pour des traitements d'affections de longue durée (cancer, SIDA, etc.)

	maladies en fonction de leur rentabilité potentielle ainsi que les solutions proposées	<ul style="list-style-type: none"> • Maintien des investissements pour la recherche • Maintien des dépenses en soin hospitalier • Dépenses de santé prises en charge à 100% par la Sécurité sociale
Transport	<ul style="list-style-type: none"> • Relocalisation de la vie professionnelle et personnelle • Réorganisation de l'espace urbain autour des modes de déplacements « doux » • Déplacements longue distance individuels freinés par élévation des prix 	<ul style="list-style-type: none"> • Achat d'automobile : - 90% • Achat de 2-roues motorisés : -75% • Achat de bicyclettes : maintien des consommations • Location et location-bail d'automobiles : -50% • Déplacements longue distance pour motifs personnels : de -50% pour les visites à amis et parents, -75% pour les vacances, - 90% pour le reste • Déplacements longue distance pour motifs professionnels : -90% <p>Modes de transport en fonction de la distance - Entretien D</p> <p>Legend:</p> <ul style="list-style-type: none"> Autres modes Longue distance Avion Voiture Autocar Train Autres modes locaux Deux roues motorisés Transports collectifs Locaux Bicyclette Marche à pied
Communications	<ul style="list-style-type: none"> • Moins de téléphones mais durée de vie accrue • Production des téléphones dans le respect de chartre éthique sur les conditions de travail des ouvriers, l'extraction des matières premières et le transport. 	<ul style="list-style-type: none"> • Services postaux : inchangé • Réparation : - 80% • Services de télécommunications : - 80% • Taux d'équipement téléphone mobile : 75% • Taux d'équipement téléphone fixe : 1 par ménage • Durée de vie des téléphones : 10 ans minimum
Loisirs et culture	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en commun et échanges de livres, plutôt qu'achats • Privilégier la presse écrite plutôt que la presse en ligne • Arrêt des tracts publicitaires • Evolution du type de tourisme (tourisme culturel plutôt que « club Med ») 	<ul style="list-style-type: none"> • Matériel audiovisuel, photographique et informatique : -90% • Autres biens durables culturels et récréatifs : - 50% <ul style="list-style-type: none"> - Jeux, jouets et passe-temps : - 80% • Autres articles et matériel de loisir, de jardinage et animaux de compagnie <ul style="list-style-type: none"> - Produits pour jardins, plantes et fleurs : - 80% dont -90% pour les produits azotés et engrais (réduction des achats de plantes, échange de graines à la place) • Animaux de compagnie, articles connexes et services connexes : - 50% • Services récréatifs et culturels

		<ul style="list-style-type: none"> - Services récréatifs et sportifs : inchangé (mais augmentation du non-marchand) - Services culturels : inchangé (mais augmentation du non-marchand) - Jeux de hasard : - 100% • Journaux, livres et articles de papeterie <ul style="list-style-type: none"> - Livres : - 50% - Journaux et publications périodiques : + 50% - Imprimés divers : - 50% - Papeterie et matériel de dessin : inchangé • Forfaits touristiques : - 75%
Education	<ul style="list-style-type: none"> • Prendre une année sabbatique après le bac et après les études supérieures devient la norme • Ecole primaire et secondaire inspirées de diverses pédagogies alternatives • Réduction des dépenses en TIC (« bien qu'avoir des postes informatiques partagés dans les écoles et de moins en moins dans les foyers ne serait pas idiot ») mais réduction de la taille des classes donc du nombre d'encadrant par élève : « difficile d'estimer le bilan en termes d'évolution de la dépense totale » 	<ul style="list-style-type: none"> • Durée des études équivalentes à l'actuelle • Stabilité du nombre d'étudiant en cycle supérieur • Augmentation de la formation continue • Dépenses liées à l'éducation prise en charge par l'Etat à 100%
Hôtels, cafés, restaurants	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en place d'emplacements gratuits et autogérés pour les terrains de camping et les espaces pour caravanes • Réduction des activités d'hébergement marchandes liée à la diminution du tourisme et des déplacements professionnels • Engagement pris par l'Etat à loger tous les sans-abris • Développement de la vie sociale, « on sort davantage » • Diminution de l'utilisation des plats pré-cuisinés, produits issus de l'agriculture locale, amélioration de la qualité des produits utilisés en restauration 	<ul style="list-style-type: none"> • Services de restauration <ul style="list-style-type: none"> - Restaurants, services de restauration mobile : inchangé - Traiteurs et autres services de restauration : inchangé - Services des débits de boissons : multiplié par 2 • Services d'hébergement <ul style="list-style-type: none"> - Hôtels, hébergement touristique et autre hébergement collectif : - 50% - Hôtels, centres ou villages de vacances avec service de chambre : - 50% - Hébergement touristique et autre hébergement de courte durée : inchangé - Terrains de camping et parcs pour caravanes ou véhicules de loisirs : - 50% - Hébergements divers (voitures lits, couchettes, Aides de l'Etat pour les résidences d'étudiants et les foyers pour travailleurs) : multiplié par 3
Biens et services divers	<ul style="list-style-type: none"> • Suppression de tous les produits cosmétiques nocifs pour la santé et l'environnement • Evolution des normes sociales (du culte de l'apparence) du fait de la réduction de la publicité, etc. • Action sociale : Secteur médico-social pris en charge à 100% par l'état ; • Les personnes âgées vivent davantage avec leur famille, diminution de l'action sociale professionnalisée, mais augmentation du personnel et améliorations de leurs conditions de travail, service de meilleure qualité. Les effets se compensent 	<ul style="list-style-type: none"> • Soins corporels : - 90% • Effets personnels <ul style="list-style-type: none"> - Articles de bijouterie et horlogerie : - 80% - Autres effets personnels divers : - 50% - Réparation d'article d'horlogerie et de bijouterie : inchangé (réparations plus fréquentes mais moins d'objets) • Assurances : - 90% • Services financiers : - 100% • Autres services (immobilier, funéraires, enquêtes et sécurité, entretien des

	<ul style="list-style-type: none"> Assurances : réduction des consommations matérielles -> moins de bien à assurer bâtiments, etc.) : - 90%
Budget public (dépenses publiques et fiscalité)	<i>Non répondu</i>
Conditions de travail, modes de production, redistribution	<ul style="list-style-type: none"> Les activités pourront prendre plus de temps (agriculture bio, travail manuel remplaçant certaines machines, etc.) Réduction du temps de travail de manière à permettre le plein emploi : (environ 30h/semaine ?)
Echanges internationaux	<i>Non répondu</i>
Energie	<ul style="list-style-type: none"> Secteur électrique 100% d'énergie renouvelable Réduction de la fiabilité du réseau assumée (« actuellement, obligation RTE de limiter les coupures à 3 heures en moyenne par an par habitant mais dans les faits on est plutôt 1h30 donc si on passe à 150 heures par an (100 fois plus) ça ne fait que 3 heures par semaine en moyenne, ce qui me paraît acceptable »)
Démographie	<ul style="list-style-type: none"> Stabilité du taux de natalité Maintien de l'espérance de vie

Annexe 2 – Données employées pour le secteur résidentiel

Tableau 34 : Stock de logements par année de construction pour les maisons individuelles et les immeubles collectifs

Période <i>p</i>	Effectif initial de logements (en milliers) – France métropolitaine	
	Maison Individuelle	Immeuble collectif
Avant 1949	4888	2670
1949-1974	3230	4401
1975-1981	1949	1412
1982-1989	1731	803
1990-1998	1333	1058
1999-2011	2618	1694

Sources :

-Avant 1975 :

(Raux et al., 2006) , (Centre d'étude et de recherches économiques sur l'énergie, 2014)

-Après 1975 :

(Centre d'étude et de recherches économiques sur l'énergie, 2014)

Tableau 35 : Stocks de logements vacants et de résidences secondaires par année de construction pour les maisons individuelles et les immeubles collectifs

	Effectif initial de Logements Vacants (en milliers) – France métropolitaine		Effectif initial de Résidences Secondaires (en milliers) – France métropolitaine	
	Maison Individuelle	Immeuble collectif	Maison Individuelle	Immeuble collectif
TOTAL Sources : Insee et SOeS, estimation annuelle du parc de logements	1 091	1 213	1 843	1 265
Ventilation par époque de construction <i>p</i> (hypothèse : même structure par époque que résidences principales)				
Avant 1949	339	269	572	281
1949-1974	224	443	378	463
1975-1981	135	142	228	148
1982-1989	120	81	203	84
1990-1998	92	107	156	111
1999-2011	181	171	306	178
<i>Nota : Ces données correspondent au périmètre de la France métropolitaine. A défaut de données publiques plus précises, nous appliquons à ces valeurs un coefficient unique (correspondant au rapport actuel du nombre de ménages en France sur le nombre de ménages en France métropolitaine : 1.02513) pour étendre le périmètre à celui de la France entière. Il est cependant probable que le parc immobilier des DOM-TOM soit structurellement différent de celui de France métropolitaine.</i>				

Tableau 36 : Surfaces habitables moyennes par logement par année de construction pour les maisons individuelles et les immeubles collectifs

Période <i>p</i>	Surface habitable moyenne par logement (m ²) – France métropolitaine	
	Maison Individuelle	Immeuble collectif
Avant 1949	107.5	60.5
1949-1974	102.8	68.3
1975-1981	112.9	68.3
1982-1989	110.9	64.8
1990-1998	113.2	60
1999-2011	115.5	65.4

Source : (CGET, 2015)

Tableau 37 : Consommation unitaire de chauffage par année de construction pour les maisons individuelles et les immeubles collectifs selon deux sources

Période <i>p</i>	Consommation unitaire initiale de chauffage (kWh _{ef} /m ² /an)			
	Source : (Centrer d'étude et de recherches économiques sur l'énergie, 2014)		Source : (Grenelle environnement, 2012)	
	Maison Individuelle	Immeuble collectif	Maison Individuelle	Immeuble collectif
Avant 1949	142.8	132.15	209.2	165.3
1949-1974	142.8	132.15	204.7	169.8
1975-1981	119.6	107.6	142	86.4
1982-1989	110.9	82.6	106	61
1990-1998	108.7	85.0	95	56
1999-2011	97	75.7	- ?	- ?

La Décroissance au prisme de la modélisation prospective – Exploration macroéconomique d'une alternative paradigmatique

RESUME : Face aux enjeux socioéconomiques, démocratiques, et environnementaux, la croissance économique comme fin en soi, ou comme condition nécessaire au « développement », est de nouveau remise en cause. Depuis le début du XXI^{ème} siècle, suscitant un intérêt grandissant et de vifs échanges, la Décroissance se fraie une place dans le débat. Après avoir resitué son émergence dans la perspective historique de la controverse qui s'est développée, au cours de la deuxième moitié du XX^e siècle, autour de la croissance et du modèle de développement des pays industrialisés, nous suggérons une synthèse des principales idées et des propositions concrètes actuellement portées par ses partisans. Celles-ci soulèvent un certain nombre de questions complexes, pour lesquelles nous proposons d'apporter quelques éclairages à travers un exercice de modélisation prospective. Nous réalisons pour cela une série d'entretiens, qui visent à recueillir différentes visions détaillées et *quantifiées* de ce que *pourraient être*, selon les participants, des scénarios de Décroissance, ou – plus largement – de transitions *souhaitables et soutenables*, notamment en termes d'évolution des institutions, des modes de vie et de consommation, pour la France. En parallèle de ces entretiens, nous développons un modèle spécifique de simulation dynamique de l'économie française, construit autour de l'analyse entrées-sorties, sur la base de données publiques, et incorporant un haut niveau de détail. A l'aide de cet outil macroéconomique, nous proposons alors d'explorer, sur un horizon de long terme (2060) les implications possibles – en termes d'emploi, de finances publiques, de consommation d'énergie, d'émissions de polluants atmosphériques, et de production de déchets – de différents scénarios, dont ceux élaborés à partir des entretiens. Les résultats des simulations soulignent l'importance des choix institutionnels, des facteurs culturels, comportementaux, et « non-techniques », et par là le potentiel des propositions des mouvements de la Décroissance. Ils invitent ainsi à ouvrir le débat autour de la construction collective d'un nouveau projet de société. Dans cette perspective, notre approche offre un support simple et efficace pour la compréhension commune, la réflexion, et la délibération collective.

Mots clés: Modélisation prospective, décroissance, macroéconomie, scénarios participatifs, métabolisme social, transition sociale

Degrowth through the prism of prospective modeling – A paradigm shift under macroeconomic investigation

ABSTRACT : The development paths followed by industrial societies have led them in front of complex socioeconomic, democratic and environmental crises, which question the relevance of economic growth, either as a goal in itself, or as a way to achieve “development”. With the emergence of the Degrowth movement at the beginning of the 21st century, the call for transitions towards sustainable “post-growth societies” is now consolidating into a multifaceted political project. For the “wealthiest” countries, where the ecological footprint per capita is greater than the global sustainable level, this project may be envisioned as *a voluntary, socially sustainable, equitable and smooth downscaling of production and consumption, and thus throughput, to an environmentally sustainable level*. Such a project raises numerous questions, for instance: what concrete proposals could initiate such a transition? What could they induce in terms of employment, public debt, energy consumption, waste, or greenhouse gas emission mitigation? Etc. In this research, we offer to discuss such questions with the help of prospective modeling. Our approach builds upon a series of interviews, conducted with actors more or less involved in the Degrowth movement. These interviews are aimed at collecting detailed and quantified visions or narratives about what Degrowth, or – more broadly speaking– transitions towards *sustainable and desirable* societies *could* look like for France in the mind of participants, especially in terms of institutions, lifestyles and consumption patterns. In parallel, we have designed and developed a specific dynamic simulation model of the French economy, featuring a high level of detail, based on input-output analysis, and built using public data. Using this macroeconomic tool, we investigate the possible outcomes of different scenarios over the long term (2060), including those inferred from the interviews, in terms of employment, public debt, energy consumption, waste and atmospheric emissions. Our results highlight the importance of cultural, social, behavioral and “non-technical” factors, stress the potential of various degrowth proposals, and recall the critical need for the collective elaboration of a societal project. In this perspective, our modeling approach provides a simple, yet powerful tool for common understanding and collective deliberation.

Keywords : Prospective modelling, degrowth, macroeconomics, participative scenario building, social metabolism, social transition